

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: 2002109525 A

(43) Date of publication of application: 12.04.2002

(51) Int. Cl. G06T 1/00
H04N 1/40, H04N 9/64

(21) Application number: 2001190241
(22) Date of filing: 22.06.2001
(30) Priority: 23.06.2000 US 2000 602865

(71) Applicant: EASTMAN KODAK CO
(72) Inventor: SAVAKIS ANDREAS E
ETZ STEPHEN
GINDELE EDWARD B

(54) METHOD FOR CHANGING IMAGE
PROCESSING PATH BASED ON IMAGE
CONSPICUOUSNESS AND APPEALINGNESS

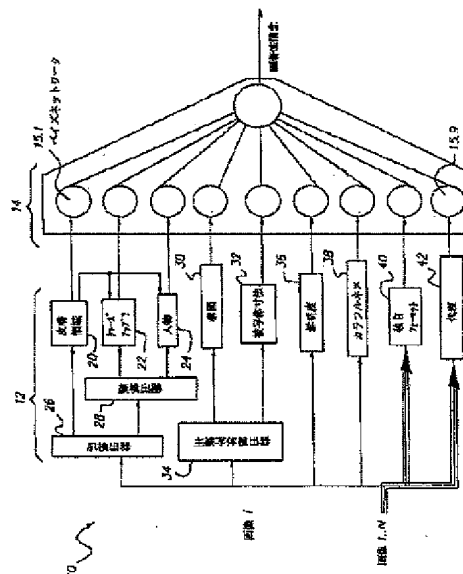
image to other images in the same group.

COPYRIGHT: (C)2002,JPO

(57) Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a method for changing an image processing path based on image conspicuousness and appealingness in order to intellectually determine an image to be preferentially processed among a set of images without using any user input.

SOLUTION: This method comprises a step of calculating an image processing attribute value to the digital image based on the determination of importance, concern or attention of the image, and a step of using the image processing attribute value in order to control the image processing path to the image. The image processing attribute value is based on the appeal value determined by the importance, concern or attention specific to the image. Alternatively, the image processing attribute value to one image in the group of the digital image is based on the conspicuousness determined by the importance, concern or attention of the



(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号
特開2002-109525
(P2002-109525A)

(43)公開日 平成14年4月12日(2002.4.12)

(51)Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テ-マ-コード*(参考)
G 0 6 T 1/00	5 0 0	G 0 6 T 1/00	5 0 0 A 5 B 0 5 7
H 0 4 N 1/40		H 0 4 N 9/64	Z 5 C 0 6 6
	9/64	1/40	F 5 C 0 7 7

審査請求 未請求 請求項の数4 O L (全 26 頁)

(21)出願番号 特願2001-190241(P2001-190241)
(22)出願日 平成13年6月22日(2001.6.22)
(31)優先権主張番号 6 0 2 8 6 5
(32)優先日 平成12年6月23日(2000.6.23)
(33)優先権主張国 米国 (U S)

(71)出願人 590000846
イーストマン コダック カンパニー
アメリカ合衆国、ニューヨーク14650、ロ
チェスター、ステイト ストリート343
(72)発明者 アンドレアス イー サヴァキス
アメリカ合衆国 ニューヨーク 14618
ロチェスター カヴァーデール・ドライブ
93
(74)代理人 100070150
弁理士 伊東 忠彦

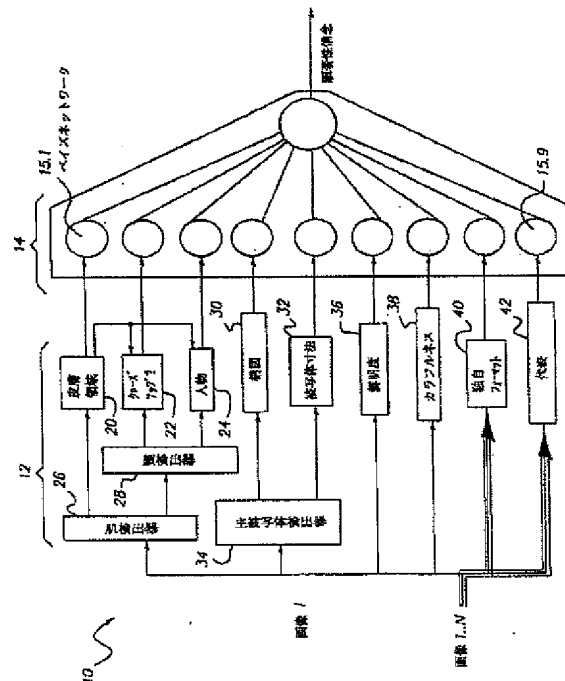
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 画像の顕著性及びアピール性に基づく画像処理パス変更方法

(57)【要約】

【課題】 本発明は、ユーザー入力を用いることなく画像の組の中で優先的な画像処理の取り扱いがなされるべき画像を知的に決定するため、画像の顕著性及びアピール性に基づく画像処理パスの変更方法の提供を目的とする。

【解決手段】 本発明の方法は、画像の重要度、関心度又は注目度の決定に基づいてデジタル画像に対する画像処理属性値を計算する手順と、画像に対する画像処理パスを制御するために画像処理属性値を使用する手順とを含む。画像処理属性値は、画像に本来備わっている重要度、関心度、又は、注目度から決定されるアピール性値に基礎を置く。或いは、デジタル画像のグループ内の一つの画像に対する画像処理属性値は、同じグループ内の他の画像に対するその画像の重要度、関心度、又は、注目度から決定される顕著性値に基づく。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 デジタル画像に対する画像処理パスを変更する方法であって、
画像の重要度、関心度又は注目度の決定に基づいてデジタル画像に対する画像処理属性値を計算する手順と、
画像に対する画像処理パスを制御するため画像処理属性値を使用する手順と、を含む方法。

【請求項 2】 画像処理属性値は、画像に本来備わっている重要度、関心度、又は、注目度から決定されるアビ
ール性値に基づいている、請求項 1 記載の方法。

【請求項 3】 画像はデジタル画像のグループ内の一つの画像であり、
その一つの画像に対する画像処理属性値は、同じデジタル画像のグループ内の他の画像に対するその一つの画像の相対的な重要度、関心度、又は、注目度から決定される顕著性値に基づいている、請求項 1 記載の方法。

【請求項 4】 画像処理属性値は、ノイズ除去アルゴリズムと空間的補間アルゴリズムの中の少なくとも一方を制御するため使用される、請求項 1 記載の方法。

【発明の詳細な説明】**【0001】**

【発明の属する技術分野】 本発明は概して画像処理の分野に係り、特に、画像評価及び画像理解の分野に関する。

【0002】

【従来の技術】 画像評価及び画像理解は、知的能力が賦与された人間であれば容易に解決できるが、完全に自動化されたコンピュータシステムでは解決することが非常に困難な問題を扱う。写真技術アプリケーションにおいて重要であると考えられる画像理解の問題には、主被写体検出、シーン分類、空及び草の検出、人物の検出、方位の自動検出等がある。一群の写真を扱う種々のアプリケーションでは、画像を論理的な順序でランク付けし、ランク付けされた順序で画像を処理、又は、取り扱えるようにすることが重要である。興味深い写真技術アプリケーションは、一群のデジタル画像がデジタル写真アルバムへ自動的に編成される自動アルバム作成である。自動アルバム作成では、画像が別々の事象へクラスタ化され、可能であれば各事象が何らかの論理的な順序でレイアウトされる。この順序は、少なくとも画像の相対的な内容に対する配慮を反映し、一部の画像が他の画像よりも優先されるという信念に基づいて配慮される。

【0003】 自動アルバム作成アプリケーションに関連して、偽造品検出、事象検出、及び、ページレイアウトアルゴリズムといった多数の公知のアルゴリズムが有用である。偽造品検出は、複製画像及び悪質画像の除去又は逆強調を行なう。事象検出は、日付や時間のような一定の明確な規準によって画像を別々の事象へクラスタ化する。同じ事象に属する一組の画像が与えられたとき、ページレイアウトは、たとえば、各ページ上で最も見栄

えが良く空間効率に優れた画像の表現を見つけるため、各事象を論理的且つ見栄えの良い表現へレイアウトすることを目的とする。一群の画像の中で最も重要な画像、たとえば、ページレイアウト中で最も注意を惹くに違いない画像を選択できることが望まれる。

【0004】 画像評価問題には、自動化されたシステムは高水準の認知能力を備えた人間の（理解）過程を表す結果を生じさせることが期待されるという性質があるため、評価システムの設計は難しい課題である。特定の視覚的な印象を求めて文書を作成又は編集することを目的として、テキスト及びグラフィックデータをその心理学的効果について評価する努力がされてきた（例えば、米国特許第5,875,265号明細書及び第5,424,945号明細書を参照のこと）。'265号特許では、システムは、場合によっては操作者の助けを借りて、視覚的な特徴を、操作者が利用するために表示される微妙な言葉に対応付けるため、画像を解析する。このシステムにおける問題点は、視覚的な特徴が、主に、必ずしも画像内容に関連付けられていない低水準特徴、すなわち、色及びテクスチャに基づく特徴であり、かつ、言葉による記述は画像の相対的なランク付けのために使用し難いことである。'945号特許は、文書中のテキスト及びグラフィックスの心理学的な効果を評価するシステムを開示する。'945号特許の問題点は、具体的な内容とは無関係に、文書の全体的な視覚的な印象を評価し、相対的なランク付けを作成するための有用性が低下することである。これらのシステムは、複雑であり、かつ、心理学的効果の認識を指向するだけではなく、実在する画像の評価及び利用よりも知覚的な印象の解析及び作成を重要視している。

【0005】 顧客の注文から写真画像を処理するデジタル映像システムでは、一般的に、同じ画像処理パス、すなわち、同じ画像処理手順の系列が、顧客の注文に関連した全てのデジタル画像に適用される。たとえば、このような画像から獲得されたデジタル信号に関するノイズ除去又は補間を実行する際、同じノイズ除去アルゴリズム及び同じ補間アルゴリズムが注文を受けた各写真画像に適用される。

【0006】 米国特許第5,694,484号明細書（Cottrell外）には、画像捕捉装置及び目的の画像出力装置に関する情報を使用して、所与のデジタル画像の画質を最適化する画像処理パラメータを選択する幾つかの画像処理モジュールを含むシステム及び方法が記載されている。この方法は、数学的変換の系列として表現可能な画質メトリックを計算する。画像処理モジュールを制御するため使用されるパラメータは変更され、画質メトリックは制御パラメータの変更毎に計算され、画質メトリックの最良の値を生じた制御パラメータ設定値がデジタル画像を処理するため使用される。Cottrell外によって開示された方法は、個別のデジタル画像毎に実施されるので、デジタル画像の品質が他のデジタル画像に対し

て相対的基準又は絶対的基準で評価されることはない。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】したがって、画像の組の中で優先的な画像処理の取り扱いがなされるべき画像に関して、ユーザー入力を用いることなく、知的な決定を行なうことができる自動デジタル映像アルゴリズムが必要である。

【0008】本発明は、上記の従来技術の問題点を解決するため、画像の顕著性及びアピール性に基づく画像処理パスの変更方法の提供を目的とする。

【0009】

【課題を解決するための手段】簡単に概説すると、本発明の一つの面によれば、デジタル画像に対する画像処理パスを変更する方法は、(a) 画像の重要度、関心度又は注目度の決定に基づいてデジタル画像に対する画像処理属性値を計算する手順と、(b) 画像に対する画像処理パスを制御するために画像処理属性値を使用する手順とを含む。

【0010】一実施例において、画像処理属性値は、画像に本来備わっている重要度、関心度、又は、注目度から決定されるアピール性値に基礎を置く。

【0011】他の実施例では、画像はデジタル画像のグループ内の一つの画像であり、その一つの画像に対する画像処理属性値は、同じデジタル画像のグループ内の他の画像に対するその一つの画像の重要度、関心度、又は、注目度から決定される顕著性値に基づく。

【0012】画像の重要度、関心度、又は、注目度の決定は、ある種の特徴についての画像の評価に基づいて行なわれ、ここで、個々のデジタル画像の内容に関する一つ以上の特徴を含む各デジタル画像の一つ以上の特徴に関係した一つ以上の量が計算される。これらの量は、一人以上の観察者の意見に基づいて学習させられた推論アルゴリズムで処理され、各画像を評価する推論アルゴリズムから出力が得られる。

【0013】本発明の付帯的な面によれば、デジタル画像の内容に関する特徴は、人物に関する特徴（すなわち、人物関連特徴）と被写体に関する特徴（すなわち、被写体関連特徴）の中の少なくとも一方の特徴を含む。更に、デジタル画像の一つ以上の客観的な尺度に関連した付加的な量である、たとえば、色彩の豊富さ（すなわち、カラフルネス）や鮮明度が計算される。推論アルゴリズムの結果は、画像の組の中の各画像の質の順序をランク付けするために処理される。各デジタル画像に適用される画像処理モジュールは、一つの画像だけで決められるか、又は、デジタル画像のグループに関連付けて決められる画像の重要度、関心度、又は、注目度に基づいて変更される。

【0014】他の面では、本発明は、(a) 画像自体を表すある種の自己代表特徴に関する、画像のアピール性、すなわち、アピール性個々の画像の重要度、関心

度、又は、注目度の評価である画像のアピール性の決定に基づいてデジタル画像に対する画像処理パスを変更する方法、又は、(b) ある種の特徴に関する画像の顕著性の決定に基づいて、すなわち、一つの画像の重要度、関心度、又は、注目度を同じデジタル画像のグループ内の他の画像に対し評価することにより得られる顕著性の決定に基づいてデジタル画像に対する画像処理パスを変更する方法として理解される。この観点から、アピール性評価及び顕著性評価の両方について、自己代表画像特徴は、たとえば、

- a. 人物関連特徴：人物の有無、肌領域又は顔領域の量、顔の寸法に基づくクローズアップの程度
- b. 客観的特徴：画像の色彩の豊富さ（カラフルネス）及び鮮明度
- c. 被写体関連特徴：主被写体の寸法と、主被写体の位置取り（マッピング）に基づく構図の良さとして計算される。

【0015】上述の特徴は顕著性評価に適切な特徴ではあるが、アピール性評価については、好ましくは、

- a. カラー内容に関する各画像の代表値
- b. 各画像の写真アスペクト形式の独自性

のような付加的な自己代表画像特徴が考慮される。

【0016】各画像の評価は、ベイズネットワークのような推論エンジンによって得られる。ベイズネットワークは、上述の特徴を入力として受け入れ、画像評価値を発生するよう学習させる。この評価は、個々の画像に対する固有の評価であってもよく、その場合、自己代表特徴は画像アピール性値を発生するよう学習されたベイズネットワークによって処理される。或いは、この評価は、画像のグループについての相対的な評価でもよく、その場合、自己代表特徴、任意的には、相対代表特徴が、画像顕著性値を発生するよう学習されたベイズネットワークによって処理される。

【0017】本発明の利点は、一つ以上の画像の評価を行ない、それに応じて、人間が介入することなく、デジタル画像の画像処理パスを変更できることである。画像のグループを扱う種々のアプリケーションでは、かかるアルゴリズムによる評価によって画像処理の自動制御が可能になり、それにより、画像はランクの順序に従ってより効率的に処理、又は、取り扱われる。

【0018】

【発明の実施の形態】本発明の上述された面、目的、特徴、及び利点、並びに、他の面、目的、特徴、及び利点については、以下の望ましい実施例及び請求の範囲の記載を読むことにより、また、添付図面を参照することにより、非常に明瞭に理解され、正しく認識されよう。

【0019】以下の説明では、本発明の望ましい実施例をソフトウェアプログラムとして説明する。当業者はこのようなソフトウェアと同等のものがハードウェアとしても実施されうることを容易に認識するであろう。画像

処理アルゴリズム及びシステムは周知であるため、本願では特に本発明による方法の一部をなすアルゴリズム及びシステム、或いは、本発明による方法と非常に緊密に協働するアルゴリズム及びシステムについて説明する。このようなアルゴリズム及びシステムの他の面、並びに、画像信号を生成したり、関連した画像信号を処理したりするハードウェア及び／又はソフトウェアは、本願では、特に図示又は説明されていないが、従来技術で公知のシステム、アルゴリズム、構成要素、及び要素から選択される。以下では、本発明による方法及びシステムが図示され説明されているが、本発明の実施に有用なソフトウェアの中で、本願明細書に図示、記載、又は、示唆されていないソフトウェアは、従来通りのソフトウェアであり、当業者の通常の技術範囲に含まれる。

【0020】本願における開示の目的のため、デジタル画像は一つ以上のデジタル画像チャネルを含むものとして考える。各デジタル画像チャネルは画素の2次元配列により構成され、各画素値は、画素の幾何学的な領域に対応する画像捕捉装置が受けた光の量に関連する。カラー映像アプリケーションでは、デジタル画像は、一般的に、赤、緑、及び青のデジタル画像チャネルからなる。例えば、シアン、マゼンタ、及び、イエローのデジタル画像チャネルのような他の形態でも実施される。単色アプリケーションでは、デジタル画像は一つのデジタル画像チャネルからなる。動き映像化アプリケーションは、デジタル画像の時間的なシーケンスとして考えられる。当業者は、本発明が上述のいずれのアプリケーションのデジタル画像チャネルにも適用可能であり、しかも、上述のデジタル画像チャネルに限られないことを認識するであろう。

【0021】本発明では、デジタル画像チャネルは、行と列に配置された画素値の2次元配列として説明されるが、当業者は本発明がモザイク（非直線的な）配列に適用され、同じ効果を奏することを認識するであろう。更に、各デジタル画像チャネルを構成する信号は、領域的アレイ又は直線的アレイといった様々な捕捉装置から生じうる。

【0022】[デジタル画像処理システム] 本発明はコンピュータハードウェア中に組み込むことができる。図11を参照するに、以下で説明するデジタル映像システムは、一つ以上の画像捕捉装置110、デジタル画像プロセッサ120、一つ以上の画像出力装置130、及び、汎用制御コンピュータ140を含む。本発明は、画像出力装置130が光学プリンタであるアナログ光学印刷システムとしても実施されることが当業者に認識されるであろう。デジタル映像システムは、コンピュータコンソール又はペーパープリンタ（図示せず）といったモニタ装置150を含む。本システムは、キーボード160a及び／又はマウスポインタ160aのような操作者入力制御装置160を含む。更に、本発明

は、コンピュータプログラムとして実施され、コンピュータメモリ装置170、すなわち、コンピュータ読取可能な記録媒体に格納される。コンピュータ読取可能な記録媒体は、たとえば、（ハードディスク又はフロッピー（登録商標）ディスクのような）磁気ディスク若しくは磁気テープといった磁気記憶媒体、光ディスク、光テープ、若しくは、機械読取可能なバーコードといった光学記憶媒体、ランダムアクセスメモリ（RAM）若しくは読み出し専用メモリ（ROM）といった固体電子記憶装置、又は、コンピュータプログラムを格納するため使用されるその他の物理的装置若しくは媒体などを含む。本発明について説明する前に、本発明が、好ましくは、パーソナルコンピュータのような周知のコンピュータシステム上で使用されることに留意することによって、本発明の理解が容易になるであろう。

【0023】本発明が様々なイメージング装置から得られるデジタル画像のために使用されることを示すために、多数の捕捉装置110が図示されている（図11では別個の装置110a、110b、及び110cとして示されている）。たとえば、図11において、画像捕捉装置110が、カラーネガ又はスライドフィルム透明ボジのような通常の写真画像を走査することによりデジタル画像を生じるフィルムスキャナである場合、図11のシステムはデジタル写真仕上システムを表わす。デジタル画像画像プロセッサ120は、程よく見える画像（たとえば、見栄えがよい画像、又は、特定用途のため修正された画像）を目的の出力装置又は媒体上に生成するようデジタル画像を処理する手段を提供する。多数の画像出力装置130は、本発明がデジタル写真プリンタ及び／又はソフトコピーディスプレイを含む様々な出力装置と共に使用されることを示すため図示されている（装置130a及び130bとして示される）。デジタル画像プロセッサ120は、画像出力装置130によって程よく見える画像が生成されるように、ソースデジタル画像を調整する。これらの処理手順の間の相互作用については以下詳述する。

【0024】図12は、図11に示されたデジタル画像プロセッサ120をより詳細に示す図である。本発明によって用いられるデジタル画像プロセッサ120の一般的な形式は、画像処理モジュール122（複数の別個のモジュール122a、122b及び122cとして示される）の縦続チェーンを含む。各ソースデジタル画像はデジタル画像プロセッサ120によって受け取られ、デジタル画像プロセッサ120は出力処理デジタル画像を生成する。デジタル画像プロセッサ120に収容された各画像処理モジュール122は、デジタル画像を受け取り、デジタル画像を変更するか、又は、デジタル画像から何らかの情報を導出し、出力処理デジタル画像を次の画像処理モジュールへ与えるよう適応する。図12に示されるように、画像処理モジュ

ール122は、第1の組と第2の組として構成された三つの強調変換モジュール122a、122b及び122cを含み、モジュール122b及び122cからなる第2の組は、モジュール122aを含む第1の組からデジタル画像を受け取ることができるが、この構成に限られるものではない。強調変換モジュール122a、122b及び122cの例には、デジタル画像の空間的な細部を鮮明化し、ノイズを除去し、色を強調し、階調度を強調するよう設計されたモジュールが含まれるが、これらの例に限られるものではない。

【0025】図12を参照するに、画像評価ネットワーク10は、図11に示される画像捕捉装置110からのデジタル画像のグループ、又は、図12に示される強調変換モジュール122aからの出力を受け取る。画像評価ネットワーク10は評価値を計算する。この評価値は、好ましくは、単一の数値であり、各デジタル画像自体で、或いは、画像のグループ内の他の画像との比較において、各デジタル画像の全体の重要度、関心度、又は、注目度を示す。アナログ光学印刷アプリケーションの場合、評価値は、フィルムネガから生成される個々の原画像の全体の重要度、関心度、又は、注目度を示す。各画像自体から取得された各画像に対応する個々の評価値は、アピール性値と称され、全ての画像についてのアピール性値は、アピール性値の組と称される。各画像に対応する個々の評価値の中で、同じ画像のグループ内の他の画像と関連する評価値は、顕著性値と称され、全ての画像についての顕著性値は、顕著性値の組と称される。

【0026】処理属性制御器180は、顕著性値及びアピール性値の組を受け取り、これらの値を解析し、デジタル画像のグループ内の各デジタル画像についての画像処理属性値を生成する。これらの画像処理属性値は、強調変換モジュール122b及び122cによって受け取られ、対応した強調変換モジュール内の画像処理手順を変更若しくは制御するため使用される。

【0027】「ネットワーク化されたコンピュータシステム」本発明は、たとえば、ワールド・ワイド・ウェブを介してアクセスされるインターネットのようなコンピュータネットワーク、或いは、それ以外のコンピュータネットワークを介して接続される多数のコンピュータを用いて実施される。本発明を実施する際に関係するデジタル画像処理手順の一部として、二つの中央処理機能、すなわち、(1)各デジタル画像に含まれる画素値から導出される評価(顕著性又はアピール性)値を計算する機能と、(2)処理属性値を計算する機能とがある。これらの中心的要素の一方又は両方は、単一のコンピュータ内で実現できるが、評価値の計算と処理属性値の計算を異なるコンピュータで実行させ、同時に、第3のコンピュータシステムが、たとえば、印刷のような出力機能を実行してもよい。

【0028】図13には、図11に示されるような二つのコンピュータシステムがコンピュータネットワーク145を介して相互に接続された態様を示されている。図13を参照するに、一方のコンピュータシステム190aは、そのデジタル画像プロセッサ120aに画像捕捉装置110が接続され、他方のコンピュータシステム190bは、そのデジタル画像プロセッサ120bに画像出力装置130が接続されている。画像捕捉装置110は、接続されたデジタル画像プロセッサ120aによって受け取られ処理されるデジタル画像を生成する。評価値の組がデジタル画像プロセッサ120aで計算される。ソースデジタル画像及び評価値は、コンピュータネットワーク145を介して第2のコンピュータシステム190bへ送信される。第2のコンピュータシステム190bのデジタル画像プロセッサ120bは、ソースデジタル画像を受け取り、評価値を使用して、各画像に対する処理属性値を計算し、画像出力装置130によって適切な見栄えの画像が生成されるようデジタル画像を変換する。

【0029】図13には二つのコンピュータシステム190a及び190bが示されているが、本発明は三つ以上のコンピュータシステムを用いても実施される。本発明は、ソースデジタル画像を捕捉する第1のコンピュータシステムを用いて実施することが可能であり、その場合、ソースデジタル画像は、評価値を計算する第2のコンピュータシステムによって受け取られ、次に、第3のコンピュータシステムが評価値とソースデジタル画像を受け取り、処理属性値を計算し、第4のコンピュータシステムは処理属性値を受け取り、処理されたデジタル画像の視覚的な表示を生成する。

【0030】評価値及び処理属性値は、画像メタデータの例であり、すなわち、デジタル画像に関連した非画素情報の一部である。画像メタデータは、たとえば、デジタル画像が捕捉された方法に関する情報の伝達、撮影者の注釈付けのようなデジタル画像の意味に対する前後関係の付加、又は、デジタル画像についての解析情報の付加などを目的として使用されるが、勿論、これらの例に限られるものではない。本発明の一実施例では、これらの評価値はコンピュータネットワークを介して画像メタデータとして送信され、異なるコンピュータシステムがデジタル画像の処理を制御するため画像メタデータを使用できるようになる。

【0031】図13には、本明細書に記載されたものを含む様々な画像処理アルゴリズム及びモジュールを使用して、オンライン画像処理、及び、オンライン注文を可能とするウェブベースの処理アーキテクチャが示されていると理解される。これに関して、図13は、ネットワーク145(例えばインターネット)を介してクライアント・ホスト190aと相互接続されるサーバー・ホスト190bを含む、ウェブベースのアーキテクチャ用の

典型的なクライアント・サーバー構成として理解するために役立つ。クライアント・ホストとサーバー・ホストの間の通信が適切に確立されると、サーバー・コンピュータ 140b 上でウェブ・サーバーが実行され、クライアント・コンピュータ 140a 上でウェブ・ブラウザが実行され、たとえば、アプレットによって生成される

「要求」ウェブページがモニタ装置 150a 上に表示される。クライアント・アプリケーション機能は、たとえば、少なくとも画像強調ネットワーク 10 を含むアプレットへ組み込まれる。更に、クライアント・アプリケーションは、図 12 に示される処理属性制御器 180 を含む（或いは、この機能は、ウェブ・サーバー又はウェブ・サーバーに接続されたユーティリティによって与えられる）。クライアント・アプリケーションはこのようにしてウェブ・ブラウザにロードされ実行され、アプレット及びウェブ・ブラウザを介してモニタ装置 150a 上に表示される。

【0032】動作上、クライアント・ホスト 190a 側のユーザーは、捕捉装置 110（又は以下の画像記憶装置）を介して、特定の画像又は画像のグループを入力し、「要求」ウェブページを介して、特定の画像処理オプションを選択し、これによって、アプレットは評価値及び／又は属性値を発生し、ウェブ・ブラウザは、画像をアップロードし画像処理を開始することをウェブ・サーバーに要求するよう命令される。或いは、画像は、ユーザーがアクセス可能な記憶装置（図示せず）からアップロードされ、又は、サーバー・ホスト 190b がアクセス可能な種々の他のソースから与えられる。サーバーは、画像処理チェーンを含むデジタル画像プロセッサ 120b との通信を開始する。画像出力装置 130 のような画像出力機能は、サーバー・ホスト 190b に収容されてもよく、又は、サーバー・ホストから別個のユーティリティ・サービスとして利用可能である。デジタル画像プロセッサ 120b は、画像処理チェーンで適当な機能を実行し、適当な応答、たとえば、変更された画像をウェブ・サーバーに返し、ウェブ・サーバーはアプレットへ応答を返す。アプレットは、汎用制御コンピュータ 140a 上で実行されるウェブ・ブラウザに表示されるべき更なるウェブページを生成する。上述のウェブベースのアーキテクチャは、アプレットを介してウェブページの発生するが、本発明によれば、たとえば、CGI スクリプトを用いてウェブページを生成する他の手段も利用できることが理解されるべきである。

【0033】〔処理属性値計算〕画像評価ネットワーク 10 は、評価値、すなわち、強調値及び／又はアピール性値を発生する。1 から n までの番号が付されたデジタル画像のグループは、画像強調ネットワーク 10 から受け取られる対応する強調値の組 E を有するものとし、 e_j 項が j 番目のデジタル画像についての個々の強調値を指すものとする、1 から n まで番号が付された要

素は、

$$E = \{e_1, e_2, \dots, e_n\}$$

と表わされる。これに加えて、又は、これに代えて、n 個のデジタル画像に対応するアピール性値の組 A が画像強調ネットワーク 10 から受け取られ、 a_j 項が j 番目のデジタル画像についての個々のアピール性値を指すものとする、1 から n まで番号が付された要素は、 $A = \{a_1, a_2, \dots, a_n\}$

と表わされる。強調値の組 E は、デジタル画像のグループ中でのデジタル画像の相対的な重要性を表わす。アピール性値の組 A は、各デジタル画像の絶対的な美的な質に関連する。処理属性制御器 180 は、個々の評価値を番号順にソートするランク順序付け処理を行なう。処理は、

$$R = \{r_1, r_2, \dots, r_n\}$$

と表わされるランク指標の組 R を生じさせ、ここで、 r_j 項はデジタル画像のグループ中の j 番目のデジタル画像の相対的な重要性を指す。例えば、R は、以下のような値、

$$R = \{5, 2, \dots, 3\}$$

を含む。この場合、デジタル画像のグループ中の第 1 のデジタル画像は 5 番目に重要なデジタル画像であり、第 2 のデジタル画像は 2 番目に重要なデジタル画像であり、第 n のデジタル画像はデジタル画像のグループ中で 3 番目に重要なデジタル画像である。

【0034】ランク指標の組 R、強調値の組 E、又は、アピール性値の組 A は、 p_j 項がデジタル画像のグループの j 番目のデジタル画像についての画像処理属性値を指すとき、

$$P = \{p_1, p_2, \dots, p_n\}$$

で表わされる画像処理属性値の組 P を決定するために使用される。画像処理属性制御器 180 によって生成される個々の画像処理属性値は、図 12 に示された強調変換モジュール 122 によって受け取られる。各強調変換モジュール 122 によって受け取られた画像処理属性値は、強調変換モジュール内の画像処理手順を制御するため使用される。

【0035】本発明の好ましい実施例は、4 個の部分集合又は四分の一ずつに分割されたランク指標の組 R を使用する。上位の四分の一の部分に対応する顕著性値ランク付けを有するデジタル画像は、画像処理属性値 3 を受け取り、中位の二つの四分の一の部分は、値 2 を受け取り、下位四分の一の部分は、値 1 を受け取る。

【0036】本発明は、ノイズ除去強調変換モジュール 122 によって行なわれるノイズ除去の量を制御するため使用される。ノイズ除去アルゴリズムの一例は、文献：Jon Son Lee, "Digital Image Smoothing and the Sigma Filter", Computer Vision, Graphics, and Image Processing, Vol. 24, p. 255-269, 1983 に記載されているシグマ・フィルタである。これは、中心画素の周り

の矩形窓からサンプリングされた非線形画素平均化技術を使用するノイズ除去フィルタである。局所近傍内の画素は、その画素と中心画素の間の差に基づいて数値平均に組み込まれ、或いは、組み込まれない。数学的に、シグマ・フィルタは、

$$q_{mm} = \sum_{ij} a_{ij} p_{ij} / \sum_{ij} a_{ij}$$

及び

$a_{ij} = 1$ 但し、 $|p_{ij} - p_{mm}| \leq \epsilon$ の場合
 $a_{ij} = 0$ 但し、 $|p_{ij} - p_{mm}| > \epsilon$ の場合

のように表され、ここで、 p_{ij} は中心画素 p_{mm} の局所周辺に存在する画素を表し、 q_{mm} はノイズ除去対象の画素を表し、 ϵ は、通常、期待ノイズ標準偏差の2倍に設定された閾値パラメータである。局所画素は、着目中の画素周辺に中心が置かれた矩形領域からサンプリングされる。矩形窓の行の大きさ $Rdim$ 及び列の大きさ $Cdim$ は、実行されるノイズ除去の量を制御するため使用される。中心画素に関する局所周辺のサイズの変更によって、ノイズ除去演算を実行するため要する計算時間が変化する。たとえば、 $Rdim$ パラメータ及び $Cdim$ パラメータの両方の値を3に設定すると、必要とされる計算資源は、 $Rdim$ パラメータ及び $Cdim$ パラメータの両方の値を9に設定した場合の約9分の1になる。

【0037】たとえば、対応する画像処理属性値が3であるデジタル画像は、矩形窓の行寸法 $Rdim$ と列寸法 $Cdim$ が共に7に設定されたノイズ除去強調変換モジュール122bによって処理される。対応する画像処理属性値が2であるデジタル画像は、矩形窓の行寸法 $Rdim$ と列寸法 $Cdim$ が共に5に設定されたノイズ除去強調変換モジュール122cによって処理される。対応する画像処理属性値が1であるデジタル画像は、ノイズ除去強調変換モジュール122b又は122cによって処理されない（すなわち、画像処理属性値が1であるとき、両方のモジュール122b及び122cは停止させられ、信号は変更されることなく、そのまま通される）。本発明の場合、最も重要なデジタル画像、或いは、最良の内容のデジタル画像は、優先的に画像処理をうける。かくして、ノイズ除去の強調は、最高位でランク付けされたデジタル画像のグループ内のデジタル画像に対し最高度の実現される。

【0038】このようにデジタル画像のグループの中の一部のデジタル画像を優先的に処置する方法は、コンピュータ資源を最適的に割り当てるため使用される。たとえば、所定の強調変換モジュールに対する制御パラメータが所要の計算時間に関して測定可能であるならば、時間の割当は、強調値に応じて配分される。本例によれば、デジタル画像のグループに対し、全部の画像の $Rdim$ パラメータ及び $Cdim$ パラメータを5に設定した場合と略同程度の総計算時間が生じる。当業者は、本発明がデジタル画像のグループに対し総計算時

間を一定に保つ方法に限定されないこと、並びに、ノイズ除去のような特定のアルゴリズムの実施に限定されないことを認めるであろう。

【0039】たとえば、本発明は、強調変換モジュール122によって実行される空間補間のタイプを制御するため使用される。このアプリケーションの場合に、強調変換モジュールは補間強調変換モジュールであると考えられる。空間補間は、デジタル画像中に含まれる画素数を変更するため、デジタル画像を再標本化するプロセスである。補間強調変換モジュール122は、デジタル画像に含まれる画素数が、デジタルプリンタのような画像出力装置によって予測された画素数と一致しない場合に、デジタル画像プロセッサで利用される。空間補間を実行する一部の数学アルゴリズムは、他のアルゴリズムよりも多くの計算資源を必要とする。

【0040】最近傍空間補間は、画素値を作成する画素に対し空間的に最近接しているか、或いは、最近傍にある原デジタル画像からの画素の値を使用することにより、デジタル画像を再標本化する。この方法は、計算的に最速の方法である。より良質の結果は、双一次空間補間アルゴリズムを利用することにより得られる。この空間補間アルゴリズムのため、原デジタル画像からの4個の最近傍画素値の加重平均が使用される。この方法は、最近傍空間補間方法よりも多くの計算資源を必要とする。さらに計算集約的なアルゴリズムは、双三次空間補間アルゴリズムである。このアルゴリズムは、最近傍画素値の加重和と、着目中の画素周辺の局所画素領域の計算された1次微分値を使用する技術とを組み合わせる。双一次空間補間アルゴリズム及び双三次空間補間アルゴリズムは、文献：Press et al., Numerical Recipes, page 95-101に詳述されている。

【0041】対応した画像処理属性値が3であるデジタル画像は、補間強調変換モジュール122b内で双三次補間アルゴリズムを用いて処理される。対応した画像処理属性値が2であるデジタル画像は、補間強調変換モジュール122c内で双一次補間アルゴリズムを用いて処理される。対応した画像処理属性値が1であるデジタル画像は、（図12に独立して図示されていない）他の補間強調変換モジュール内で最近傍補間アルゴリズムを用いて処理される。したがって、本発明によれば、デジタル画像のグループ内で高い強調値のランク付けを有するデジタル画像は、非常に計算集約的なアルゴリズムで処理され、優先的な画像処理の取り扱いを受ける。

【0042】本発明の他の実施例は、アピール性値に基づいて、画像処理属性値を割り当てる。顧客の画像に関する実験によれば、0.7以上のアピール性値（アピール性値のスケールは、0から1）に対応する画像は、0.7未満のアピール性値に対応する画像よりも顧客にとって非常に楽しい画像であることがわかった。かくし

て、本実施例の場合、デジタル画像のグループの中で0.7以上のアピール性値に対応した全てのデジタル画像に対し、属性値1を割り当てる。

【0043】したがって、ノイズ除去の場合に、対応した画像処理属性値が2であるデジタル画像は、R d i mパラメータ及びC d i mパラメータが共に7に設定された強調変換モジュール122で処理される。対応した画像処理属性値が1であるデジタル画像は、共に3に設定されたR d i mパラメータ及びC d i mパラメータを用いて処理される。同様に、補間の場合に、対応した

10 画像処理属性値が2であるデジタル画像は、双三次補間アルゴリズムを用いて強調変換モジュール122で処理され、対応した画像処理属性値が1であるデジタル画像は、双一次空間補間アルゴリズムを用いて処理される。

【0044】当業者は、本発明がデジタル画像のグループ内で最小アピール性（又は、顕著性）値を有するデジタル画像に対し優先的な画像処理の取り扱いを与えるためにも使用できることを認めるであろう。このような方法は、多くの場合に、本質的な美的品質が劣るデ
20 ジタル画像を優先的に処理するために使用され、処理された状態の質がデジタル画像のグループ内の他のデジタル画像のレベルまで高められる。

【0045】〔評価値計算〕ここで説明するように、画像を相対的な値及び／又は本来的に備わっている値についてランク付けし、画像がこれらの値に従って処理又は扱われるようにすることが重要である。この論理ランク付けは、画像の2つの関連付けられた評価、すなわち、画像アピール性と画像顕著性に基づく。画像アピール性は、個々のピクチャの本質的な重要度、関心度、又は、
30 注目度であり、一方、画像顕著性は、画像の重要度、関心度、又は、注目度を、その画像と同じグループ内の他の画像に対して相対的に表す評価である。評価アルゴリズムは、画像に対して作用し、各画像に対して評価値（すなわち、顕著性値及び／又はアピール性値）を割り当てることが期待される。評価値は、特定のグループ内の各画像に関連付けられたメタデータとして見なされ、上述の画像処理チェーンのような他のアルゴリズムによって利用される。

【0046】図12に示される画像評価ネットワーク10は、図1乃至10に詳細に示されている。図1乃至10は、参考のため引用されたAndreas E. Savakis及びStephen Etzによって1999年12月14日に出願された発明の名称が"Method for Automatic Assessment of Emphasis and Appeal in Consumer Images"である係属中の米国特許出願第09/460,759号から採用した。まず、図1を参照するに、顕著性値を計算する画像評価ネットワーク10は、特徴抽出段12と分類段14の二つの段を含む。特徴抽出段12は、夫々が幾つかの画像特徴特性量を測定するよう設計された多数のアルゴリズムを利用し、特徴

の定量的な尺度がアルゴリズムの出力の値によって表わされる。従って、特徴抽出段12の出力は、ある種の特徴の存在（又は不存在）の統計的な証拠を表わし、出力は、顕著性値を計算するため分類段14によって積分される。この値は、例えば0乃至100の範囲に入り、処理された画像が重要画像である尤度又は信念を示す。図4に示されるように、別々の画像顕著性ネットワーク10.1, 10.2, . . . 10.Nにおいて、画像のグループについて顕著性値が計算された後、顕著性値は比較器段16において比較され、夫々の正規化段18.1, 18.2, . . . 18.Nにで正規化される。最高の顕著性値を有する画像は、グループの重要画像として選ばれる。

【0047】特徴抽出段12のための特徴の集合は、観察者の好みのグラウンド・トゥルース（ground truth）調査に基づいて選択された。グラウンド・トゥルース調査によって、顕著性画像の選択のために重要な特徴が、鮮明度、コントラスト、フィルム粒状度、露出のような従来型の画質の計量と強い関連性の無いことが判明したが、これらの従来型の計量のうちの一つ以上は評価値の計算においても価値がある。選択された特徴は、一般的に、（a）人物関連特徴、（b）主被写体関連特徴、及び、（c）画像の客観的尺度関連特徴の三つのカテゴリへ分けられる。図1を参照するに、人物関連特徴は、肌領域検出器20、クローズアップ検出器22、及び人物検出器24によって抽出される。入力画像iは、一般的には、人物関連特徴検出器20、22、24による処理に好適な中間値を発生するため、肌検出器26及び顔検出器28を通じて処理される。主被写体関連特徴は、主被写体検出器34からの入力に基づいて、構図検出器30及び被写体寸法検出器32によって抽出される。構図検出器30は、図3に示されるように、主被写体分散性アルゴリズム30.1、主被写体中心性アルゴリズム30.2、及び主被写体コンパクト性アルゴリズム30.3を含む。主被写体データはクラスタ化段31においてクラスタ化され、構図関連アルゴリズム30.2及び30.3と、被写体寸法アルゴリズム32に与えられる。画像の客観的尺度関連特徴は、鮮明度検出器36、カラフルネス検出器38、及び、独自フォーマット検出器40によって抽出される。更に、画像の色内容が画像のグループに対する色内容を表す程度に関連する客観的尺度は、代表色検出器42によって抽出される。

【0048】図1に示される特徴の集まりは、画像顕著性を表す値を計算するため使用される。画像顕著性は、着目中の画像と同じグループに含まれる他の画像に対する着目中の画像の相対的な重要度、関心度、及び、注目度として定義される。各画像は、同じグループ内の他の画像と相対的に評価しなければならないため、画像顕著性計算は、図4に示されるように、画像を対応した顕著性値に関してスコアリングする画像顕著性ネットワーク10.1, 10.2, . . . 10.Nのネットワークを具現

化する。実際に、画像の系列中の画像顕著性値を決めるため繰り返し使用される一つの画像顕著性ネットワーク 10 が設けられる場合もあり、この場合、順次に得られる結果は、比較器 16 への入力のための中間記憶装置（図示せず）に格納される。図 2 に示される特徴の集まりは、図 1 に示される特徴の集まりの部分集合であり、絶対的な意味で、すなわち、他の画像を参照することなく、画像の本質的な重要度、関心度、又は、注目度として定義される画像アピール性を表わす値を計算するために使用される。図 2 に示される特徴は、これらの特徴が着目中の画像だけに基づいて画像を評価することができるので、自己代表特徴と称される。これに対し、図 1 では、独自フォーマット特徴と代表色特徴の二つの追加的な特徴が検出され、これらの特徴は他の画像との関連付けに不可欠な尺度であるため、相対代表特徴と称される。（しかし、これらの相対代表特徴は、顕著性の十分な尺度が自己代表特徴だけから獲得される限りは任意的である）。従って、アピール性及び顕著性の両方の評価は自己代表特徴に関連し、一方、顕著性の評価だけが相対代表特徴に関連する。

【0049】図 1 及び図 2 による特徴の集まりの抽出は、以下に説明するように対応する特徴量の計算を含む。

【0050】〔客観的特徴〕客観的特徴は、他のタイプの特徴と比較して最も計算が簡単であり、かつ、最も矛盾のない結果を与える。客観的特徴を計算するための方法が既に利用可能であり、映像科学の殆どの技術は、客観的特徴の尺度に基づいている。多くの客観的特徴を計算することが潜在的に可能であるが、画像顕著性と画像アピール性（図 1 及び図 2）の両方のためには、カラフルネス及び鮮明度だけが考慮され、画像顕著性（図 1）のためには、独自フォーマット及び代表色が追加的に考慮される。コントラスト及びノイズなどの他の客観的尺度は、ある種の状況において有用であるとされ、本発明の範囲に含まれることが意図される。

【0051】〔カラフルネス〕カラフルネス検出器 38 は、色彩の豊富なピクチャが様々な色相で高い飽和度を表示する色を有するという観察に基づいて、カラフルネスの定量的な尺度を与える。これは、様々な色相について高い飽和度の色の存在を調べることによってグラウンド・トゥールズ調査で決定された。画像データは、sRGB 色空間の画像データであると仮定した。特に、図 6 に示されるように、カラフルネス検出器 38 は、カラフルネスを計算するために以下の手順を実施する。最初に、ステップ 60 において、入力画像値 i は輝度／クロミナンス空間へ変換される。このような多くの変換が当業者には公知であり、本発明と組み合わせてうまく使用される。望ましい変換は、以下の式、

【0052】

【数 1】

$$\begin{aligned} \text{中間色} &= \left(\frac{R+G+B}{3} \right) \\ \text{緑-マゼンタ} &= \left(\frac{2G-R-B}{4} \right) \\ \text{照度} &= \left(\frac{B-R}{2} \right) \end{aligned}$$

に従って実行され、式中、中間色は輝度の尺度であり、緑-マゼンタと照度はクロミナンスの尺度である。ステップ 62 において、クロミナンス平面（照度、緑-マゼンタ）は、図 7 に示されるような角度欄と称される 12 の色度平面ウェッジへ分割され量子化される。次に、ステップ 64 において、各画素は、そのクロミナンス成分が角度欄の境界内に収まる場合、その角度欄の一つと関連付けられる。飽和度のレベル（原点からの距離）は、ステップ 66 において各角度欄の各画素に対して計算される。ステップ 68 において各角度欄を占める高い飽和度の画素の数が測定される。ここで、高い飽和度の画素とはクロミナンス平面における原点からの距離が一定の閾値 T 。（たとえば、 $T = 0.33$ ）を超える画素である。各角度欄について、ステップ 70 において、高い飽和度の画素の数がある閾値 T_c 。（たとえば、 $T_c = 250$ 画素）を超える場合、その欄は有効であると決定される。ステップ 72 において、カラフルネスは以下の式、

【0053】

【数 2】

$$\text{カラフルネス} = \min \left\{ \frac{\text{有効な欄の数}}{10}, 1.0 \right\}$$

に従って計算される。尚、このカラフルさの定義によれば、12 の欄の中の 10 の欄が使用されていると、カラフルネスは 1.0 であり、画像は最もカラフルであるとされる。

【0054】〔鮮明度〕鮮明度検出器 36 は、画像中の鮮明度特徴を見つけるために以下の手順を実施する。

(a) 画像は境界線に沿って 20% の水準で切り取られ、緑チャネルを抽出することによりグレースケールへ変換される。

(b) 画像のエッジは、ノイズを減少させるために 3×3 の平均化フィルタを適用した後に Sobel 演算子を用いて緑チャネル中で検出される。

(c) エッジヒストグラムが形成され、エッジヒストグラムの 90 番目の百分位数を超えるエッジが最も強いエッジを含む領域であると同定される。

(d) 最も強いエッジの領域はメジアンフィルタリングによって洗練され、最も強いエッジの統計値が計算される。

(e) 最も強いエッジの平均は鮮明度の推定値を与える。

【0055】鮮明度の検出のために使用される方法の更に詳細については、ここに参考のため引用された、1999

年3月23日にAndreas Savakis及びAlexander Louiによって出願された、発明の名称が"A Method for Automatically Detecting Digital Images that are Undesirable for Placing in Albums"である米国特許出願第09/274,645号に記載されている。

【0056】[フォーマット独自性] グラウンド・トゥールズ調査の参加者は、APSの「パノラマ」モードで撮影された写真は、より強い強調が必要であると指摘した。グラウンド・トゥールズデータの予備分析は、その写真がグループ中のただ一つのパノラマ写真であれば、顕著性画像として選択される可能性を高めることを示した。相対的な特徴である「フォーマット独自性」はこの性質を表わす。

【0057】独自フォーマット検出器40は、グループ中の各画像*i*について以下のアルゴリズム、

【0058】

【数3】

$$f_i = \begin{cases} C, & l_i/s_i < 1.625, \\ H, & 1.625 \leq l_i/s_i < 2.25, \\ P, & 2.25 \leq l_i/s_i. \end{cases}$$

を実施する。但し、フォーマット*f*は画像の長い画素寸法*l_i*と短い画素寸法*s_i*に基づくものである。フォーマット独自性*U_i*は、

【0059】

【数4】

$$U_i = \begin{cases} f_i \neq f_j, \forall i \neq j \text{ のとき} & 1 \\ \text{その他のとき} & 0 \end{cases}$$

と表わされる。

【0060】[代表色] 代表色検出器42は、画像の色がどれだけ象徴的であるかを決定するために以下の手順を行なう。

【0061】1. 各画像*i*について、(RGB又は輝度/クロミナンス空間中で) カラーヒストグラム*h_i*(*R*, *G*, *B*)を計算する。

【0062】2. 以下の式、

【0063】

【数5】

$$A_k(R, G, B) = \sum_{i=1}^N h_i(R, G, B)$$

に従って全ての画像ヒストグラムの平均を取ることであり、グループについての平均カラーヒストグラムを見つける。

【0064】3. 各画像*i*について、画像のヒストグラムと平均カラーヒストグラムとの間の距離(ユークリッド距離又はヒストグラム交差距離)を、以下の式、

【0065】

【数6】

$$d_i(R, G, B) = \frac{1}{2} \sum_{k=1}^N |h_i(R, G, B) - A_k(R, G, B)|$$

に従って計算する。

【0066】4. 以下の式、

【0067】

【数7】

$$d_{\max}(R, G, B) = \max_{i=1, \dots, N} \{d_i(R, G, B)\}$$

に従って、手順3において計算された距離の最大を見つける。

【0068】5. 以下の式、

【0069】

【数8】

$$r_i(R, G, B) = \frac{d_i(R, G, B)}{d_{\max}(R, G, B)}$$

に従って、各距離を最大距離(0乃至1の範囲で可変)で割り算することによって代表尺度*r*を得る。

【0070】[人物関連特徴] 人物関連特徴は、画像顕著性を決定するときに重要であるが、たとえば、笑っている人物、カメラの方に向いている人物等といった人物に関連する多くの明確な属性は、計算するのが困難である。肌検出方法は、人物が存在するか否か、肌部分の面積の大きさ、及び、クローズアップの量などの幾つかの人物関連特徴を計算する。

【0071】[肌及び顔の検出] 肌検出器26によって用いられる肌検出方法、及び、顔検出器28によって用いられる顔検出方法は、ここに参考のため引用された、1998年7月9日にH. C. Lee及び及びH. Niciporskiにより出願された、発明の名称が"A Method for Detecting Human Faces in Digitized Images"である米国特許出願第09/112,661号明細書に開示される方法に基づく。

【0072】図8を参照するに、米国特許出願第09/112,661号に開示された方法が概略的に示される。入力画像は、ステップS102において、優勢な全体照明を補償するためカラーバランス調整される。カラーバランス調整は、(*r*, *g*, *b*)値から(*L*, *s*, *t*)値への変換を含む。(L, *s*, *t*)空間中、*L*軸は色の明るさを表わし、*s*軸及び*t*軸はクロマ軸を表わす。*s*成分は、昼光からタングステン光まで、青から赤までの光源の変化を近似的に表わす。*t*成分は、緑とマゼンタの間の軸を表わす。中間色への平均化のような簡単な方法を含む多数の周知のカラーバランスアルゴリズムをこの手順に使用することができる。次に、ステップS104において、*k*モードクラスタ化アルゴリズムが色セグメント化のために使用される。このアルゴリズムは、ここに参考のため引用された米国特許第5,418,895号明細書に記載されている。基本的に、(L, *s*, *t*)空間中の3次元カラーヒストグラムは、入力カラー画像から形成され、クラスタ化アルゴリズムによって処理される。この手順の結果により、連結された各領域にユニークなラベルの

付けられた領域マップが得られる。各領域について、平均化されたルミナンス及び色度がステップ S106 で計算される。これらの特徴は、条件付き確率及び適応閾値処理に基づいて、可能な肌領域（候補肌領域）を予測するために使用される。ステップ S108 において、各肌領域に最もよい楕円を当てはめることにより、各肌領域のスケール及び平面内の回転ポーズの推定値が得られる。これらの推定値の近傍でスケール及び平面内の回転ポーズの範囲を用いることにより、ステップ S110 において、仮の顔特徴を同定するために、一連の線形フィルタリング手順が各顔領域に対して適用される。ステップ S112 において、領域が実際に顔特徴を表す尤度と、領域が表す顔特徴のタイプとを予測するために多数の確率計量が用いられる。

【0073】先行するスクリーニング手順を通った特徴は、ステップ S114 において、予想顔についての初期特徴として使用される。投影幾何学を用いることにより、3つの初期特徴の同定は、頭部の姿勢の候補範囲を定義する。顔の姿勢の各候補は、包括的な3次元の頭部モデル及び顔特徴の位置の変化の範囲と共に、残りの顔特徴の位置を予測するために使用される。予測された特徴の位置が見つかるかどうかを調べるために、候補顔特徴のリストが探索される。候補顔特徴の位置及び向きが予測された位置及び向きに近ければ、その特徴の有効性の確率的推定値に影響が与えられる。

【0074】ステップ S116 において、顔の存在を示す累積された証拠を理解するために、頭部のベイズネットワーク確率モデルが使用される。ネットワークの事前確率は、様々な向きとスケールの頭部が含まれる大量の学習画像の組から抽出される。ネットワークは、候補顔の予想された特徴から始まり、ネットワークの推定確率は、計算された計量とテンプレートに対する空間的な一致度に基づく。次に、ネットワークは、これらの初期条件から始めて、顔の存在の確率の大域的な推定値へ収束するまで実行される。この確率は、固い閾値と比較され、或いは、2値評価が必要でなければ確率形式のままにされる。この肌及び顔検出方法の更なる詳細は、ここに参考のため引用された米国特許出願第09/112,661号明細書に記載されている。

【0075】【肌面積】写真中の肌／顔面積の割合は、その割合自体を特徴として得るために、或いは、人物検出及びクローズアップ検出の予備段階として、肌面積検出器 20 によって計算される。そのため、肌面積検出器 20 の出力は、分類段 14 に接続されると共に、クローズアップ検出器 22 及び人物検出器 24 に接続される。肌面積は、0 乃至 1 の範囲の連続的な変数であり、人物関連特徴の数に相関する。たとえば、等距離から撮影された写真に関して、肌面積が増加することは、写真に写っている人物が増えることを意味し、「集合写真」であるという明確な標識と相関する。或いは、2枚

の写真に同数の人物が写っている場合、肌面積が増加することは倍率が大きくなることを示し、これは「クローズアップ」という明確な属性と相関する。肌面積の増加に関するその他の説明として、被写体の配置を理由に挙げることも可能である。

【0076】【クローズアップ】クローズアップ検出器 22 は、クローズアップを判定するために以下の手段を使用する。

(a) 肌検出が実行され、結果としてのマップが（境界線から 25% 離れた）中央領域で調べられる。

(b) クローズアップは、画像の中央部分における肌面積の割合として決められる。

【0077】ある種の場合に、肌検出よりも顔検出の方がクローズアップの判定に適している。

【0078】【人物の存否】人物の存否は、画像中にかなりの量の肌面積が存在する場合には、人物検出器 24 によって検出される。画像中の肌画素の割合が計算され、肌の割合が画素数の閾値 T_f （たとえば、 $T_f = 20$ 画素）を超えるときに人物が存在すると想定される。人物の存否は、人物が存在する場合に 1、存在しない場合に 0 を示す 2 進数で表される 2 値特徴である。

【0079】【構図特徴】良い構図は画像顕著性の非常に重要な積極的な属性であり、悪い構図は一般的には消極的な属性である。画像の構図の自動評価は非常に困難であり、場合によっては主観的である。良い構図は、三分の一の法則といった多数の一般的な周知の法則に従うが、このような規則は、しばしば撮影者の視点を表現するため守られない。

【0080】【主被写体検出】主被写体検出器 34 によって用いられる検出器は、1998年12月31日に J. Luo, S. Etz 及び A. Singhal によって出願された、発明の名称が "Method for Automatic Determination of Main Subjects in Consumer Images" である米国特許出願第 09/223,860 号明細書に開示されている。図 9 には、米国特許出願第 09/223,860 号に開示された主被写体検出方法を概略的に表わすブロック図が示される。まず、ステップ S200 において、自然のシーンの入力画像が捕捉され、デジタル形式で記憶される。次に、ステップ S202 において、画像は均質な性質の幾つかの領域へセグメント化される。次に、ステップ S204 において、領域セグメントは、目的のない無目的知覚グループ化を通じて類似性尺度に基づいて、より大きい領域へグループ化され、ステップ S206 において、目的のあるグループ化（合目的グループ化は特定の物体に関連する）を通じて知覚的に一貫した物体に対応するより大きい領域へ更にグループ化される。ステップ S208 において、領域は、構造的な代表特徴と意味論的な代表特徴の二つの独立した相補的な代表特徴について評価される。ステップ S208a において、低レベル早期視覚特徴の組及び幾何学的特徴の組を含む構造的な代表特徴が抽出され、これらの

特徴は、自己代表特徴の組及び相対代表特徴の組を生成するため更に処理される。ステップ S 208 b において、前景（例えば人物）又は背景（例えば空、草）のいずれかの一部である可能性の高いキー被写体物の形式で意味論的代表特徴が検出され、意味論的な手がかり及びシーン前後関係の手がかりを与える。ステップ 210 において、両方のタイプの証拠がベイズネットに基づく推論エンジンを用いて統合され、ステップ 212 で主被写体の最終信念マップが得られる。

【0081】画像の意味論的な解釈のためには、単一の規準では明らかに不十分である。人間の脳は、先験的な知識と、実世界の被写体及びシナリオについての膨大な記憶とを有しており、シーン中の興味深い被写体又は主な被写体を評価するために異なる主観的な規準を組み合わせる。拡張的な特徴リストに含まれる特徴、すなわち、場所、寸法、明るさ、カラフルネス、テクスチャ分性、キー被写体物、形状、対称性、空間的關係（包囲性／オクルージョン性）、境界性、屋内／屋外、向き、（適用可能であれば）深度、及び（ビデオシーケンスについて適用可能であれば）動きは、主被写体検出のような多少とも漠然としたタスクを実行するときに人間の脳に影響を与えると考えられる。

【0082】低レベル早期視覚特徴には、色、明るさ、及びテクスチャが含まれる。幾何学的特徴には、場所（中心性）、空間的關係（境界性、隣接性、包囲性、オクルージョン性）、寸法、形状、及び対称性が含まれる。意味論的特徴には、肌、顔、空、草、及び、他の緑の草木が含まれる。当業者は、本発明の範囲を逸脱することなく、より多くの特徴を定義することが可能である。主被写体検出アルゴリズムの更なる詳細は、ここに参考のため引用された米国特許出願第09/223,860号明細書に記載されている。

【0083】上述の主被写体検出アルゴリズムは計算集約的なアルゴリズムであり、被写体関連特徴のより小さい組に基づいて被写体検出を行なう他のアルゴリズムが使用される。ここで考えられる全ての構図尺度は、主被写体信念マップに関する尺度であるため、最も計算的に効率的な局面、たとえば「中心性」尺度に係る局面にシステムを集中させることが可能である。これらの局面は、主被写体の判定の際に考慮されるので、ある程度の精度を犠牲にして、全体の計算上の複雑さを軽減する。このように、アルゴリズムを再び学習させることなく、特徴を排除できることは、主被写体検出アルゴリズムにおいて使用されるベイズネットワークの有用な性質である。第2に、主被写体検出器50に供給される画像は正しい面が上向きであることがわかっているならば有利である。シーン中の領域の空間的な場所と関連した被写体関連特徴は、この知識を反映するよう変更される。たとば、主被写体検出器50は、シーンの向きがわからない場合、主被写体領域の中心が加重された分布を

想定するが、向きがわからない場合、底辺の中心が加重された分布を想定する。

【0084】図3を参照するに、主被写体検出器50において主被写体信念マップが計算された後、主被写体信念マップは、クラスタ化段31において、強度値のk平均クラスタ化を用いて三つの領域へ分割される。三つの領域は、主被写体の一部である可能性が高い画素、主被写体の一部である可能性が低い画素、及び、中間画素に対応する。量子化されたマップに基づいて、以下図5A乃至図5Dを参照して説明されるように、主被写体の寸法、中心性、コンパクト性、関心（分散性）の特徴が計算される。

【0085】「主被写体分散性」写真の内容を特徴付けるための一つの方法は、写真の興味深さ、すなわち、関心度を示すことである。顕著性画像選択のため、以下の特徴を備えた画像は関心度が高い画像であると考えられる。

- ・主被写体は、フレーム内での配置によって関心度が高くなる。
- ・主被写体は、写真のかなり大きい面積を構成するが、フレーム全体を構成するものではない。
- ・背景は、主被写体から注意を逸らす孤立した物体を含まない。

【0086】各画像の関心度の推定値は、主被写体マップ中の分散性を推定することによって計算される。この特徴は、主に反例としての価値があり、すなわち、関心度の高くない画像は顕著性画像とするべきではない。特に、図5Aに示されるように、主被写体分散検出器30.1は主被写体分散を計算するために以下の手順を行なう。最初に、ステップS10において、全ての被写体信念マップ値の統計的な分散 v が計算される。ステップS12において、主被写体分散性特徴 y は、以下の式、 $y = \min(1, 2.5 * \sqrt{v}) / 127$ 、5)によって計算される。

【0087】「主被写体中心性」主被写体の中心性は、量子化された主被写体信念マップにおける画像中心と高い確率（或いは中間の確率）の領域の重心との間の距離として計算される。特に、図5Bに示されるように、主被写体中心性検出器30.2は、主被写体中心性を計算するため以下の手順を実行する。最初に、ステップS20において、最高値クラスタの重心の画素座標が測位される。ステップS22において、画像中心から重心までのユークリッド距離 j が計算される。ステップS24において、ユークリッド距離 j を画像の短辺に沿った画素の数で除算することにより、正規化された距離 k が計算される。ステップS26において、主被写体中心性特徴 m は、以下の式、 $m = \min(k, 1)$ に従って計算される。

【0088】〔主被写体寸法〕主被写体の寸法は、量子化された主被写体信念マップにおける高い確率（並びに、随意的には中間の確率）の領域の寸法によって決定される。主被写体寸法は、高い確率（並びに、随意的には中間の確率）の領域によって占められる中央面積（境界から25%）の割合として表現される。特に、図5Cに示されるように、主被写体寸法検出器32は、主被写体の寸法を計算するため以下の手順を行なう。最初に、ステップS30において、最高値クラスと画像面積の矩形中心部1/4が交差する部分の画素数fが計数される。ステップS32において、主被写体寸法特徴gは、以下の式、

$$g = f / N$$

に従って計算される。但しNは画素の総数を表す。

【0089】〔主被写体のコンパクト性〕主被写体のコンパクト性は、量子化された主被写体信念マップにおける高い確率（並びに、随意的には中間の確率）の領域に対する境界矩形を計算し、次に、主被写体によって占領された境界矩形の割合を調べることによって推定される。特に、図5Dに示されるように、主被写体コンパクト性検出器30、3は、主被写体のコンパクト性を計算するため以下の手順を行なう。最初に、ステップS40において、最高値クラス中の画素数aが計数される。ステップS42において、最高値クラス中の全画素を含む最小ボックス（境界ボックス）が計算され、ステップS44において、境界ボックスの面積bが画素単位で計算される。ステップS46において、主被写体のコンパクト性特徴eは、以下の式、

$$e = \min(1, \max(0, 2 * (a / b - 0.2)))$$

によって計算される。但し、eは0乃至1（0及び1を含む）の値となる。

【0090】〔分類段階〕上述のアルゴリズムによって生成される特徴量は、分類段14に適用される。分類段14は、望ましくは、自己代表特徴及び／又は相対代表特徴を入力として受け入れ、画像評価（顕著性及びアピール性）値を発生するよう学習される推論エンジンである。異なる証拠は、人間の観察者による実際の画像の評価であるグラウンド・トゥールズ調査の結果から得られた知識に従って、相互に競合し、或いは、相互に補強する。競合及び補強は、推論エンジンの推論ネットワークによって解決される。好適な推論エンジンはベイズネットワークである。

【0091】ベイズネット（たとえば、J. Pearl, Probabilistic Reasoning in Intelligent Systems, San Francisco, CA: Morgan Kaufmann, 1988を参照）は、グラフ内の様々なエンティティ間の因果関係を表現する非循環性の有向グラフである。リンクの向きはグラフ中の様々なエンティティ間の因果関係を表わし、リンクの方向が因果を表わす。評価は、様々なエンティティ間の結合

確率分布関数（PDF）についての知識に基づいて行なわれる。ベイズネットの利点には、不確実性の特徴付けが明示的であること、計算が効率的であること、構築及び保守が容易であること、学習が迅速であること、及び、ネットワーク構造及びそのパラメータの変化に対し素早く適応することが含まれる。ベイズネットは以下の4つの構成要素からなる。

・Priors: ベイズネット中の様々なノードについての最初の信念。

・条件付き確率行列（CPM）: ベイズネット中の2つの連結されたノード間の関係についての専門知識。

・証拠: ベイズネットに入力される特徴検出器からの観察結果。

・Posteriors: ベイズネットを通じて証拠が伝播された後の最終的な計算された信念。

【0092】学習のための最も重要な構成要素は、図1中、CPM段15.1...15.9（図2中、15.1...15.7）として示されるCPMの組である。なぜならば、CPM段は、利用可能な特定のアプリケーションについてのドメイン知識を表わすからである。CPMの導出は、ベイズネットのような推論エンジンを利用する分野の熟練者には周知であるが、以下の説明では、典型的なCPMの導出について考える。

【0093】図1及び図2を参照するに、本例のシステムにおいて単純な2階層ベイズネットが使用される。顕著性（又はアピール性）スコアは根ノードにおいて決定され、全ての特徴検出器は葉ノードにある。各リンクは、同じ階層の他のリンクから条件付きで独立していると仮定され、各リンクを別々に学習することによって、すなわち、他のリンクから独立した所与のリンクについてCPMを導出することによって、ネット全体が都合よく学習されることに注意する必要がある。この仮定は、実際には破られることが多いが、独立性による単純化によって、容易に実施できるようになり、妥当な結果が得られる。これにより、他の分類器又は推論エンジンとの比較用の基準が得られる。

【0094】〔確率推論〕全ての特徴は、ベイズネットによって統合され、顕著性値又はアピール性値を生ずる。一方で、異なる証拠は、他の証拠と相互に競合するか、若しくは、矛盾する。他方で、異なる証拠は、典型的な写真シーンの事前モデル又は知識に従って、相互に補強し合う。競合及び補強は共に、ベイズネットに基づく推論エンジンによって解決される。

【0095】図10を参照するに、様々な特徴検出器間の条件的独立性を仮定する本発明では、2階層ベイズネットが用いられる。顕著性値又はアピール性値は根ノード44で決定され、全ての特徴検出器は葉ノード46にある。各画像について一つのベイズネットが有効である。本発明は、本発明の範囲を逸脱することなく、3階層以上の階層を有するベイズネットと共に使用できると

理解される。

【0096】 [ベイズネットの学習] ベイズネットの利点の一つは、各リンクが同じ階層にある他のリンクとは独立になることである。従って、ベイズネットは、各リンクを別々に学習することにより、すなわち、他のリンクとは独立した所与のリンクについて CPM15、

1...15、9を導出することによって、ネット全体を学習させるのに便利である。一般的に、根特徴ノード毎に CPMを得るため2つの方法が使用される。

【0097】 1. 専門知識を用いる方法

これはアドホックな方法である。専門家は、アピール性の高い画像が与えられた場合に、高出力又は低出力を生じる各特徴検出器の条件付き確率を得るため助言を求められる。

【0098】 2. 偶然性テーブルを用いる方法

これは、サンプリング・相関方法である。各特徴検出器の多数の観察結果は、顕著性又はアピール性についての情報と共に記録される。これらの観察結果は、偶然性テーブルを作成するため一つに集められ、偶然性テーブルは、正規化されたときに、CPM15、1...15、

9として使用される。この方法は、ニューラルネットワーク型の学習(習得)に似ている。本発明ではこの方法が望ましい。

【0099】 一例として任意の特徴についての CPMについて考える。この行列は、グラウンド・トゥールース及び特徴検出器から導出された偶然性テーブルを用いて生成される。特徴検出器は、一般的には、2値決定(テーブル1を参照)を行なわため、CPMを導出するときに

は分数的な頻度計数が用いられる。CPMのエントリは、以下の式、

【0100】

【数9】

$$CPM = \left[\left(\sum_{i \in I} \sum_{r \in R_i} n_i F_r^T T_r \right) P \right]^T \quad (14)$$

$$F_r = [f'_0, f'_1, \dots, f'_M], \quad T_r = [t'_0, t'_1, \dots, t'_L],$$

10

$$P = \text{diag}\{p_f\}, \quad p_f = \left(\sum_{i \in I} \sum_{r \in R_i} n_i t_r \right),$$

によって決定される。式中、Iは全ての学習画像グループの組であり、R_iはグループi中の全画像の組であり、n_iはグループiについての観察結果(観察者)の数である。更に、F_rは画像rについてのMラベル特徴ベクトル、T_rはLレベルのグラウンド・トゥールース・ベクトル、Pは正規化定数係数のL×Lの対角行列を表わす。たとえば、表1における画像1、4、5、7は、表2におけるボックス00、11、10、01に寄与する。全ての信念値は適正な信念センサによって正規化されている。中心性についてのCPMの第1の列の直感的な解釈として、高い特徴値を有する画像のアピール性は、高い特徴値をもたない画像のアピール性の2倍になる可能性がある。

【0101】

【表1】

表1: CPMの学習の例

画像番号	グラウンド・トゥールース	特徴検出器出力	寄与
1	0	0.017	00
2	0	0.211	00
3	0	0.011	00
4	0.933	0.953	11
5	0	0.673	10
6	1	0.891	11
7	0.93	0.072	01
8	1	0.091	01

【0102】

【表2】

表2: 学習された CPM

	特徴 = 1	特徴 = 0
顕著性又はアピール性 = 1	0.35 (11)	0.65 (01)
顕著性又はアピール性 = 0	0.17 (10)	0.83 (00)

以上の通り、本発明はベイズネットについて使用する場合について説明されているが、ベイズネットの代わりに異なる推論エンジンを使用してもよい。たとえば、B. D. Ripleyによる"Pattern Recognition and Neural Networks" (Cambridge University Press, 1996)には、正しい特徴を備えることが通常は最も重要視されるパターン認識問題を解くために使用される多種の分類器が記載されている。このような分類器は、線形判別式解析法、柔軟な判別式、(フィードフォワード) ニューラルネットワーク、ノン・パラメトリック法、木構造分類器、信念ネットワーク(たとえば、ベイズネットワーク)を含む。これらの方法に関する当業者には明らかであるように、上述の分類器は、いずれも、本発明を実施するための推論エンジンとして採用可能である。

【0103】本発明の主要なテーマはデジタル画像理解技術であり、このデジタル画像処理技術は、デジタル画像を認識し、それにより、人間が理解可能な対象、属性又は条件に対して有用な意味を割り当て、このようにして獲得された結果をデジタル画像の更なる処理で用いるため、デジタル画像をデジタル処理する技術の意味すると理解される。

【図面の簡単な説明】

【図1】画像に対する顕著性値を計算するネットワークを示す図である。

【図2】画像に対するアピール性値を計算するネットワークを示す図である。

【図3】図1及び図2に示される主被写体検出の構成要素をより詳細に示すブロック図である。

【図4】画像のグループの相対的な顕著性値を計算するネットワーク構造を示すブロック図である。

【図5A】図3に示された構成要素の主被写体検出の方法を詳細に示す図である。

【図5B】図3に示された構成要素の主被写体検出の方法を詳細に示す図である。

【図5C】図3に示された構成要素の主被写体検出の方法を詳細に示す図である。

【図5D】図3に示された構成要素の主被写体検出の方法を詳細に示す図である。

【図6】画像のカラフルネスを判定する方法を詳細に示す図である。

【図7】カラフルネス特徴計算に使用される色度平面ウェッジを示す図である。

【図8】肌及び顔の検出方法を示すブロック図である。

【図9】図5に示された主被写体検出の詳細なブロック図である。

【図10】図1及び図2に示されたネットワークで用い

られる2レベルのベイズ網を示す図である。

【図11】図1乃至図10に示された構成要素及び方法を用いて本発明を実施するコンピュータシステムのブロック図である。

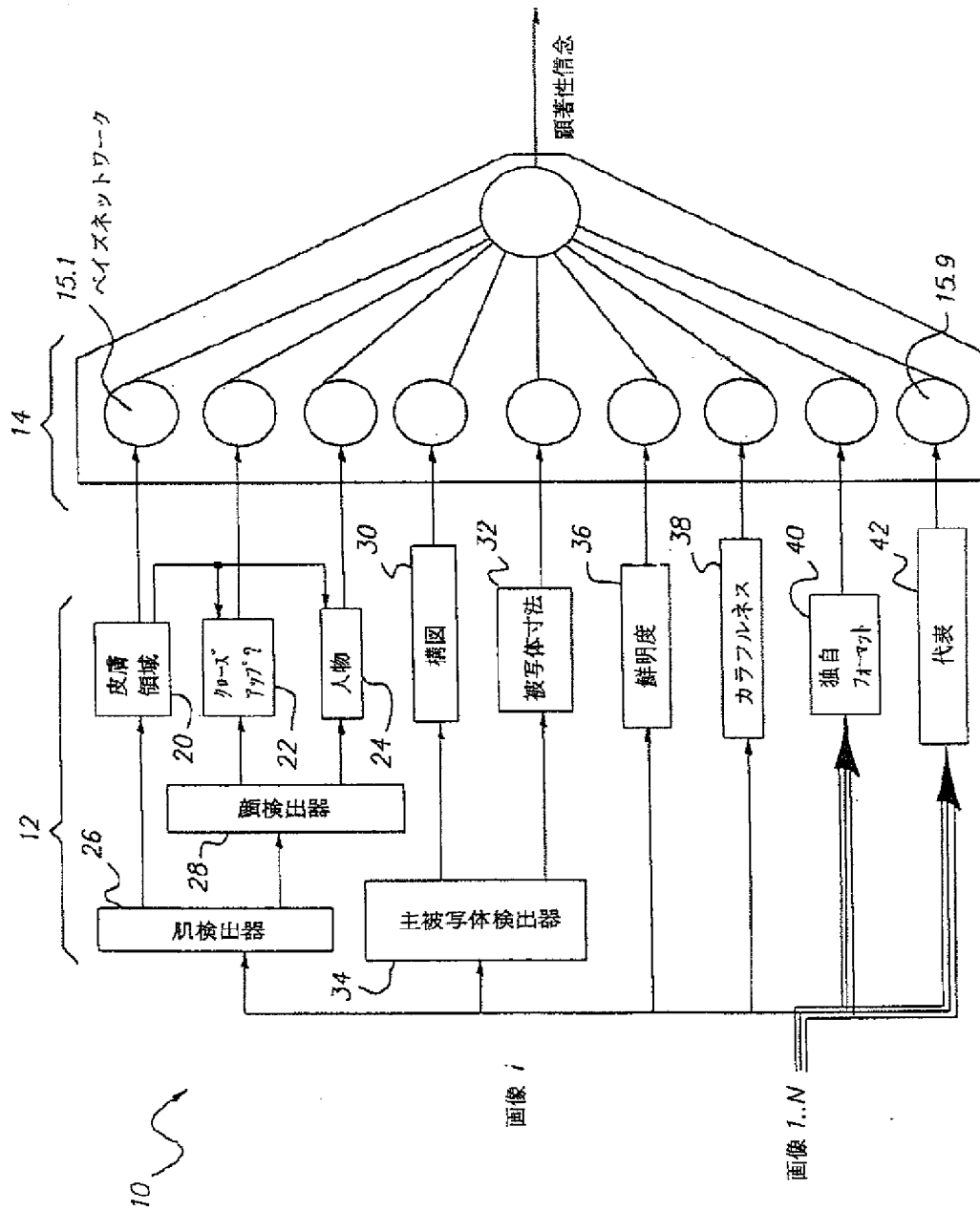
【図12】図11に示された本発明を実施する画像処理システムの更なる詳細を示すブロック図である。

【図13】本発明を実施するため好適であるコンピュータ・インターネット画像処理システムを示すブロック図である。

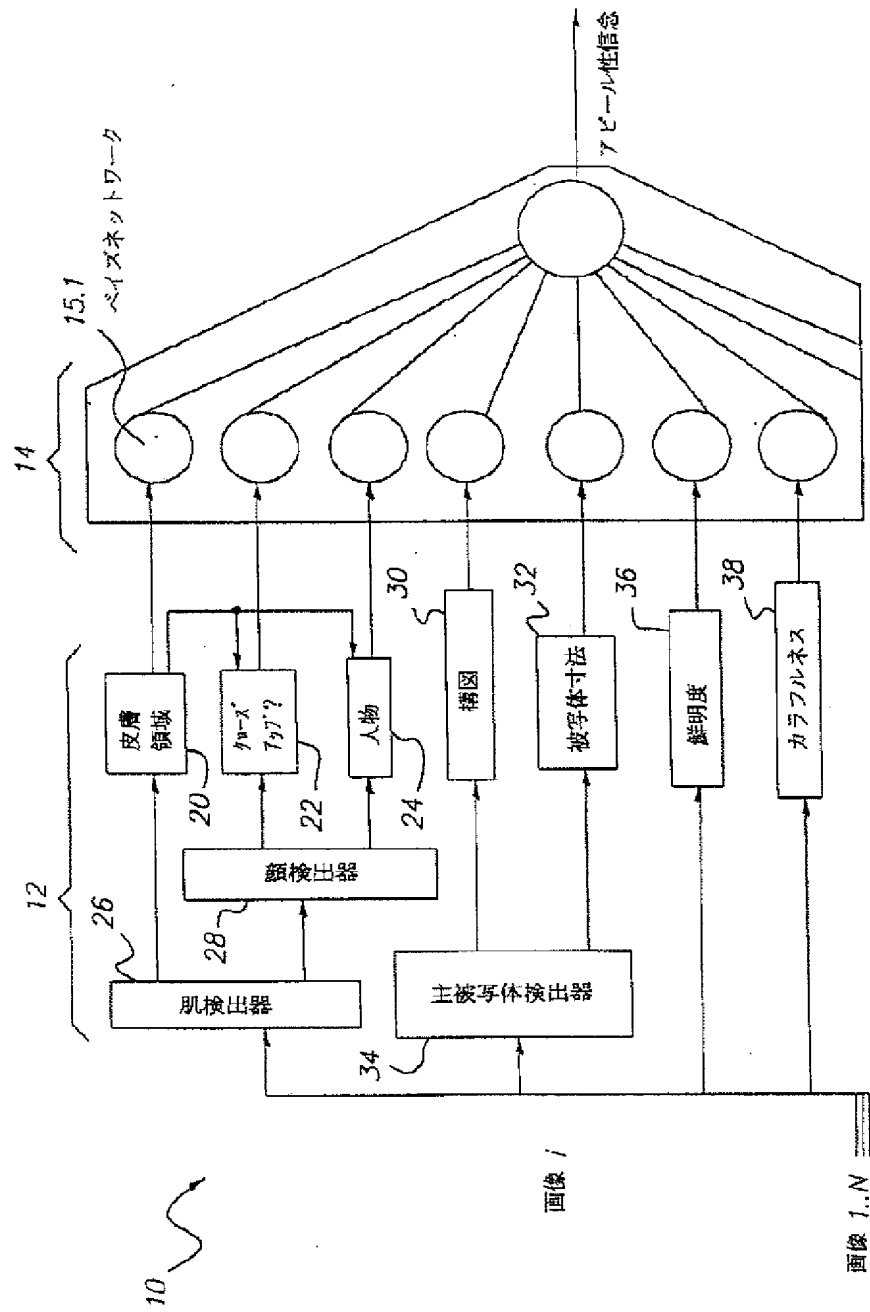
【符号の説明】

- 10 画像評価ネットワーク
- 12 特徴抽出段
- 14 分類段
- 16 比較器段
- 18 正規化段
- 20 肌領域検出器
- 22 クローズアップ検出器
- 24 人物検出器
- 26 肌検出器
- 28 顔検出器
- 30 構図検出器
- 30.1 主被写体分散性アルゴリズム
- 30.2 主被写体中心性アルゴリズム
- 30.3 主被写体コンパクト性アルゴリズム
- 31 クラスタ化段
- 32 被写体寸法検出器
- 34 主被写体検出器
- 36 鮮明度検出器
- 38 カラフルネス検出器
- 40 独自フォーマット検出器
- 42 代表色検出器
- 44 根ノード
- 46 葉ノード
- 50 主被写体検出器
- 52 クラスタ化段
- 110 画像捕捉装置
- 120 デジタル画像プロセッサ
- 122 強調変換モジュール
- 130 画像出力装置
- 140 汎用制御コンピュータ
- 150 モニタ装置
- 160 入力制御装置
- 170 コンピュータメモリ装置
- 180 処理属性制御器
- 190 コンピュータシステム

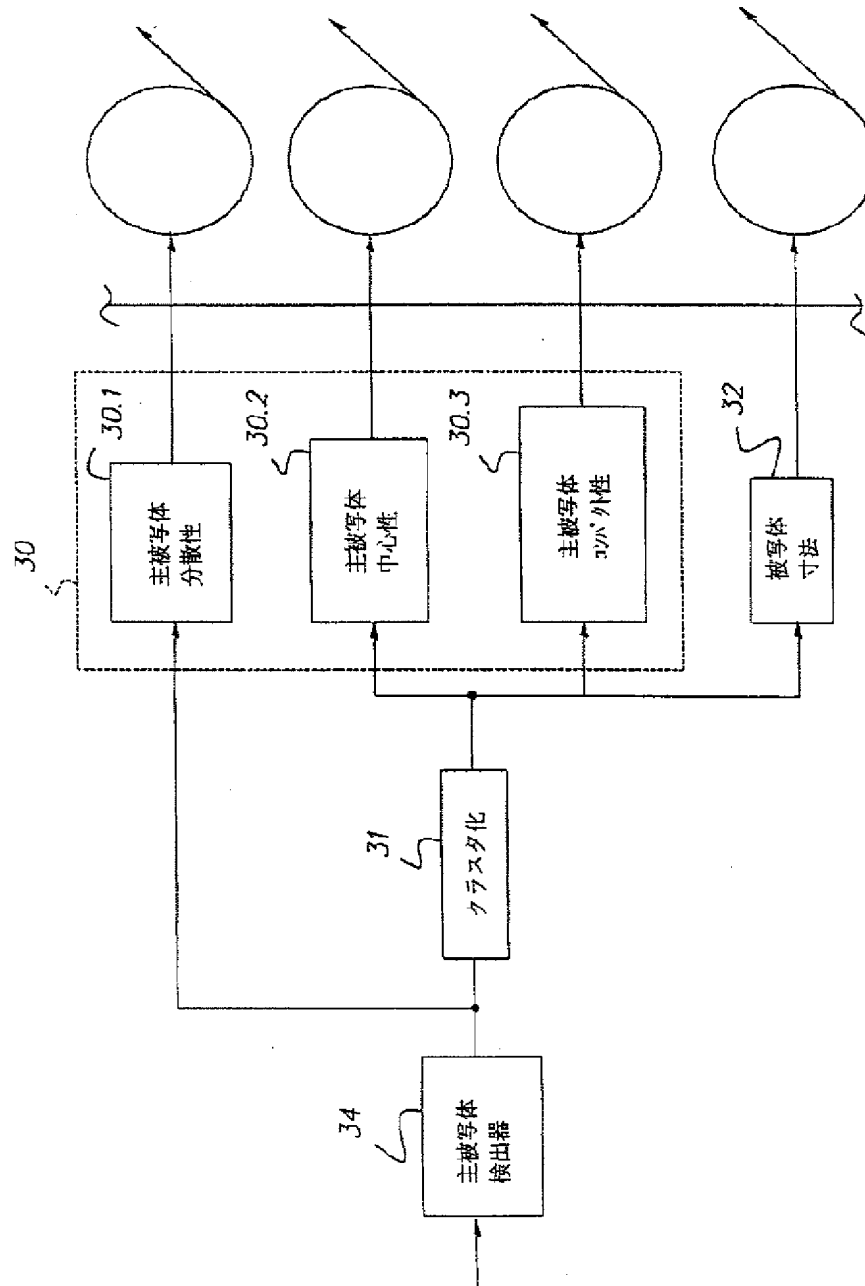
【図1】



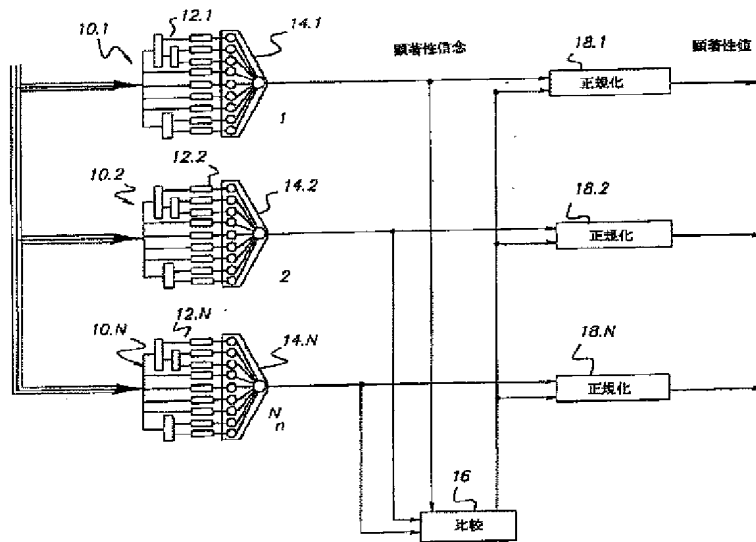
【図2】



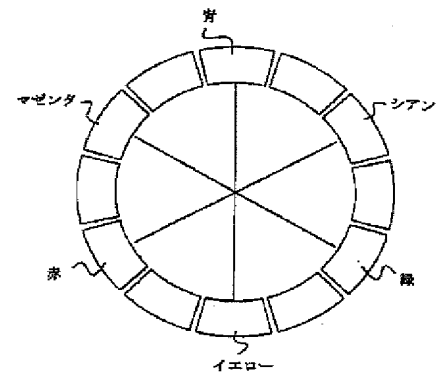
【図3】



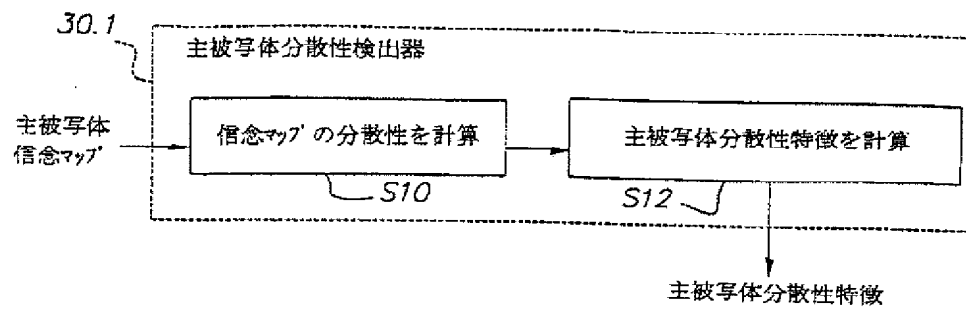
【図4】



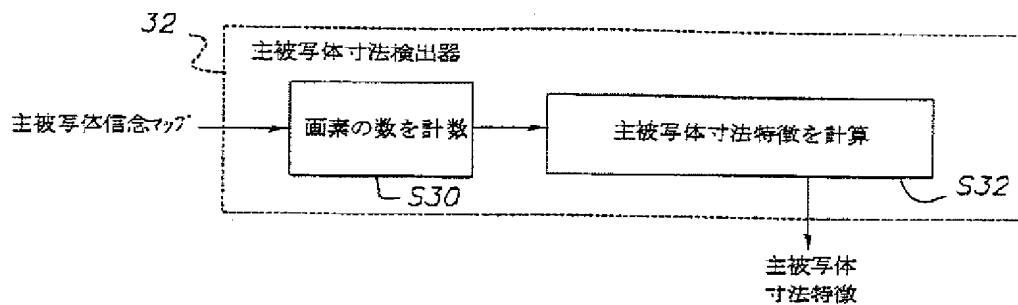
【図7】



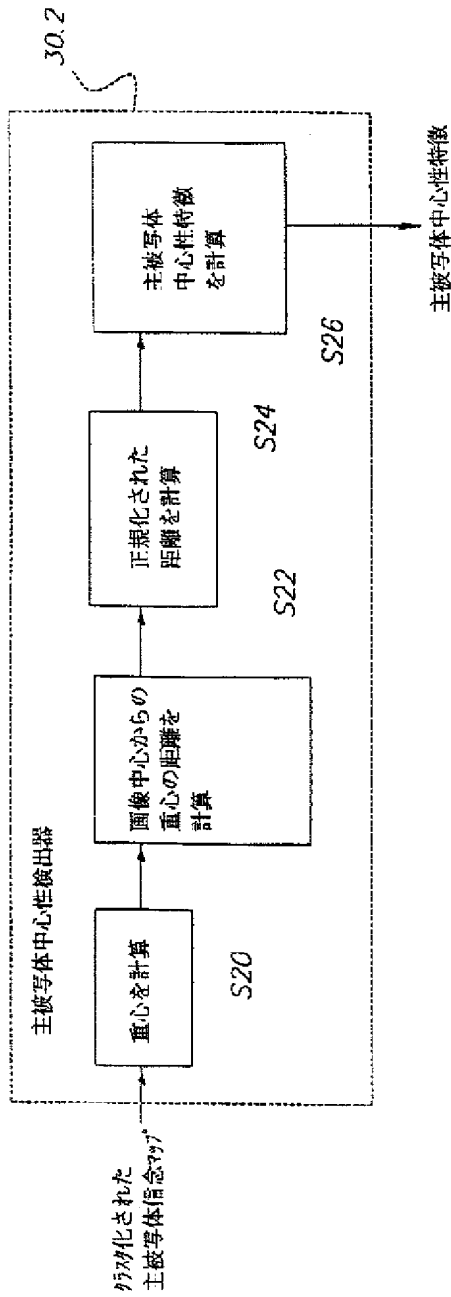
【図5A】



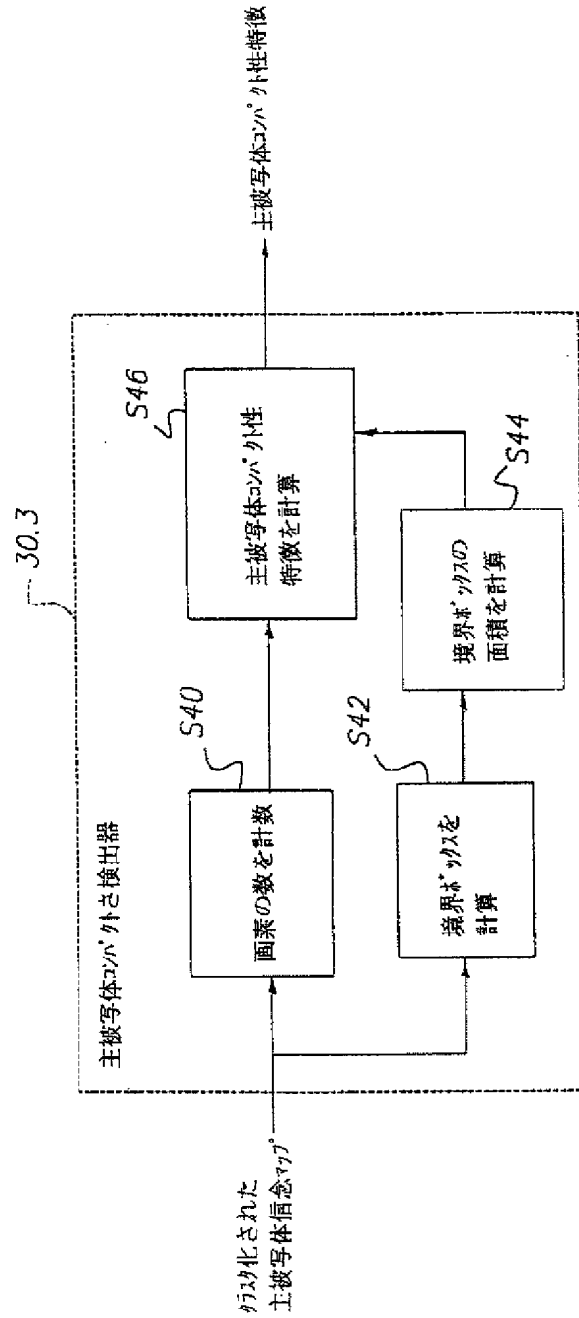
【図5C】



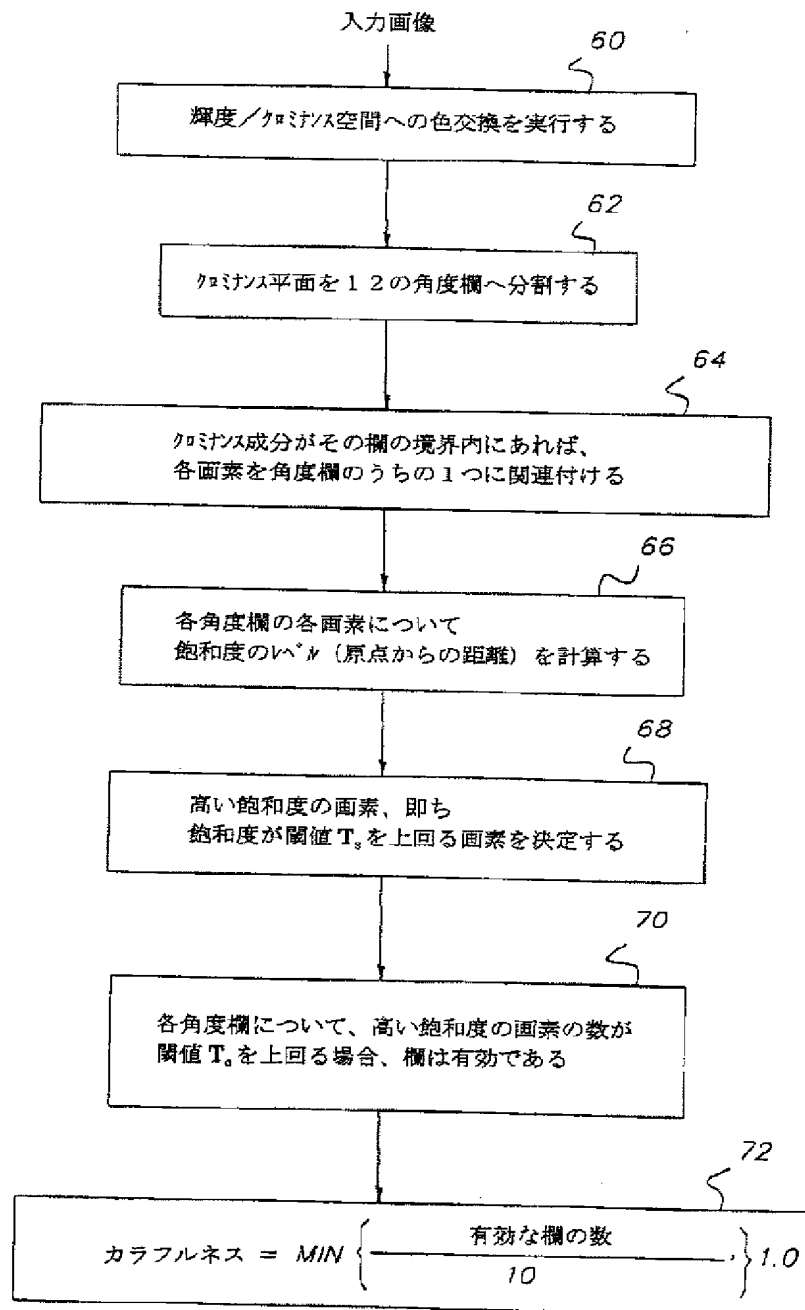
【図5B】



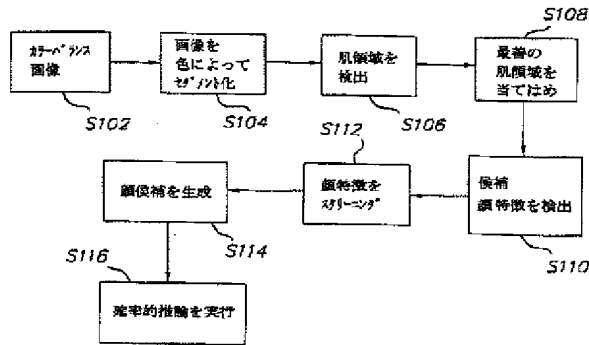
【図5D】



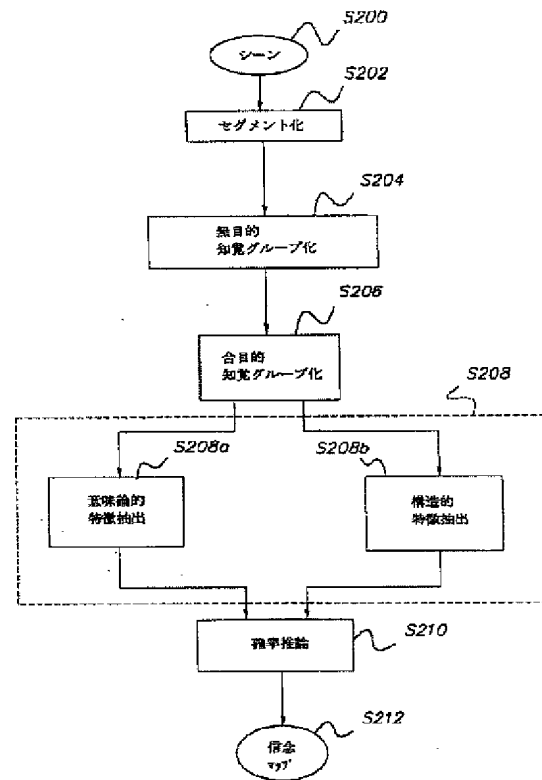
【図6】



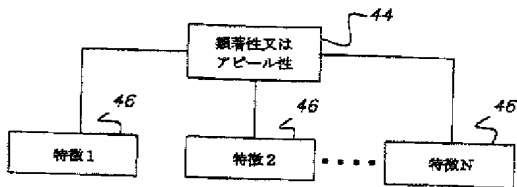
【図 8】



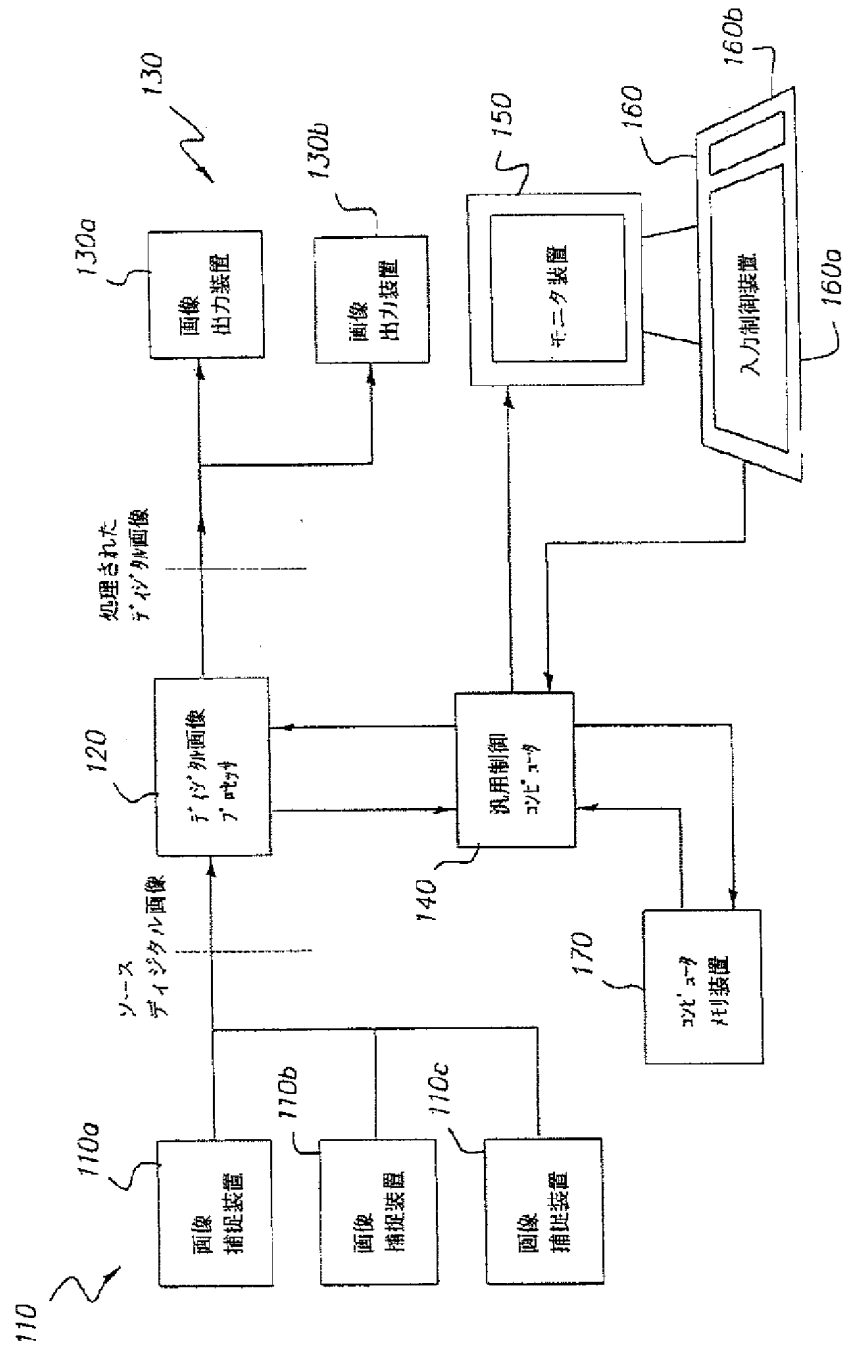
【図 9】



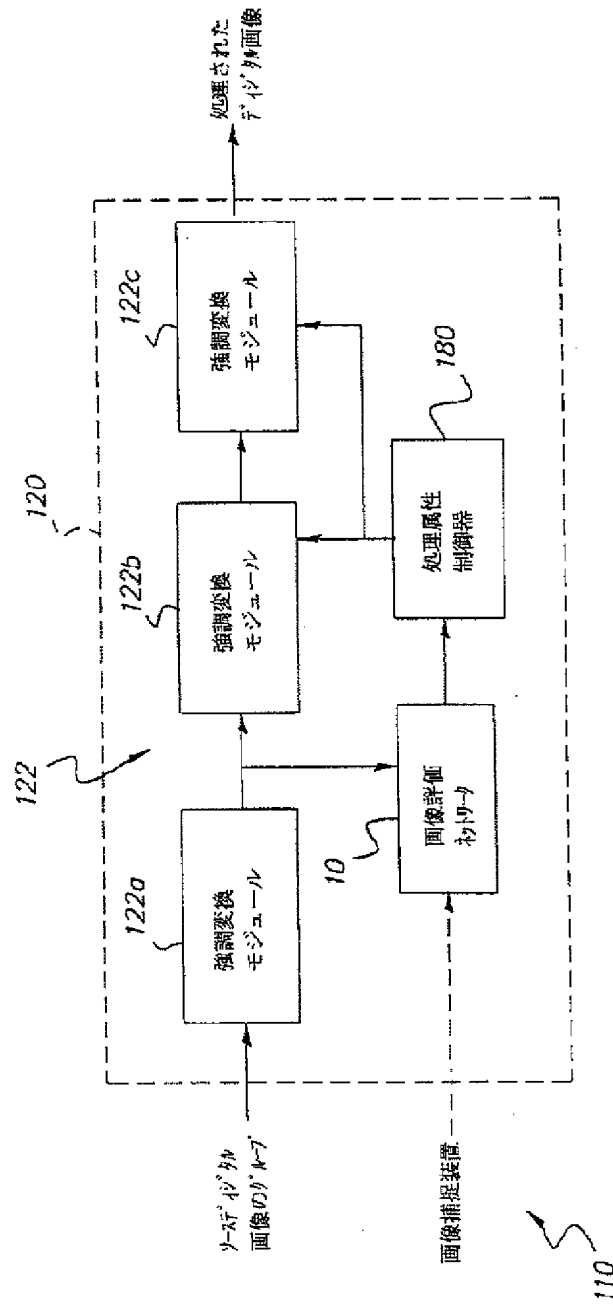
【図 10】



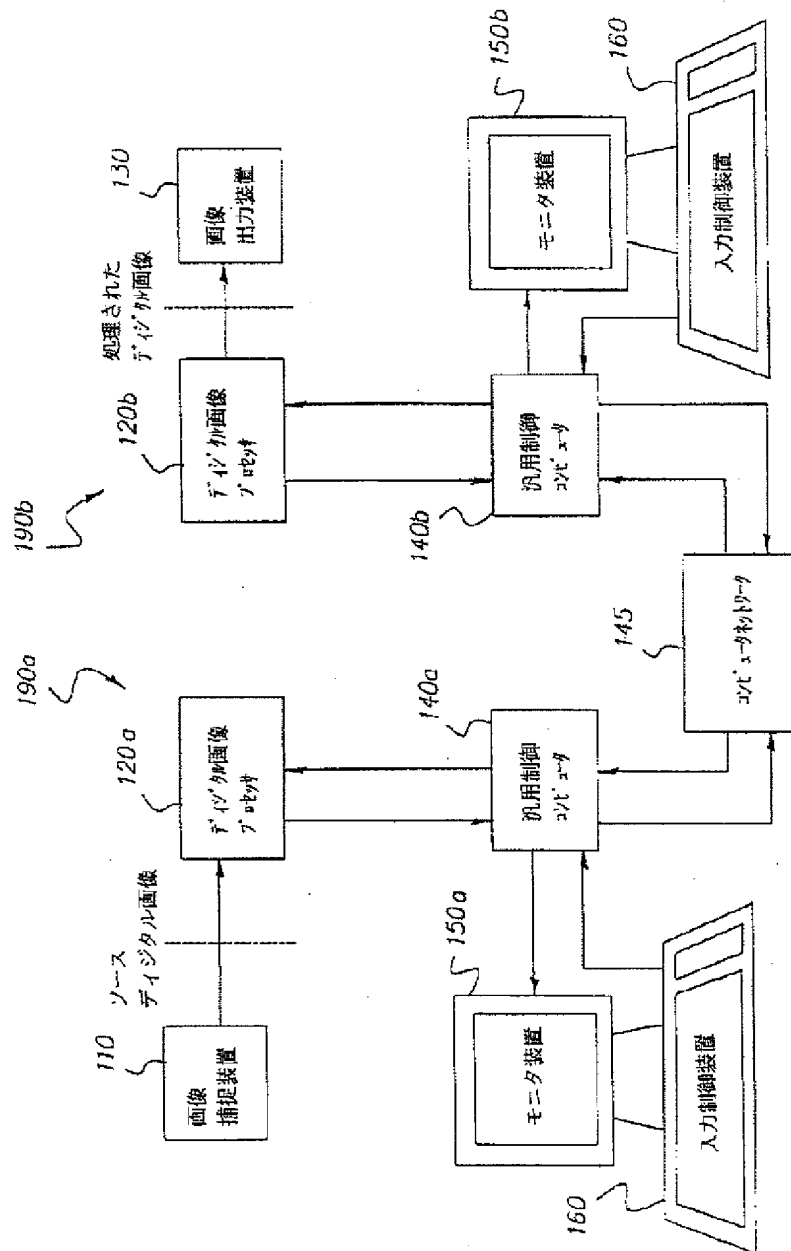
【図11】



【図12】



【図13】



フロントページの続き

(72)発明者 スティーヴン イーツ
 アメリカ合衆国 フロリダ 34293 ヴェ
 ニス ウッドメア・パーク・ブルヴァー
 ド 3877 アpartment 8

(72)発明者 エドワード ビー ジンデール
 アメリカ合衆国 ニューヨーク 14618
 ロチェスター ボニー・プレー・アヴェニ
 ュー 394

Fターム(参考) 5B057 CA01 CA12 CA16 CE02 CE03
CE06 DA12 DB02 DC25 DC36
5C066 AA03 AA05 CA07 CA17 EC01
EC12 EE03 GA01 GA02 GA05
HA01 KC01 KD06 KE04
5C077 MP08 PP27 PP28 PQ08 PQ12
PQ30 RR19